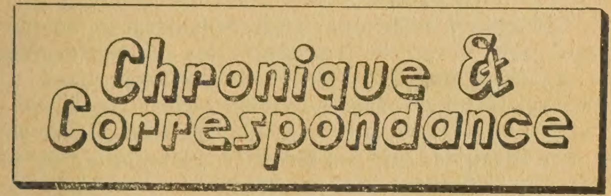
REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

TOME LXVII Septembre-Octobre 1960 N°s 9-10



Paul FALLOT

(1889 - 1960)

Professeur au Collège de France,
Membre de l'Académie des Sciences.

Un grand géologue français vient de disparaître. Pendant un demi-siècle et jusqu'à la veille de sa mort, Paul Fallot a consacré son inépuisable ardeur à la géologie des zones méditerranéennes et alpines.

Né à Strasbourg d'une famille franc-comtoise, élève de Lugeon à Lausanne, collaborateur de W. Kilian à Grenoble, (1919-1923), sa carrière universitaire le conduisit à la tête de l'Institut de Géologie appliquée de Nancy (1923-1937) puis au Collège de France (1937-1960) où la chaire de Géologie méditerranéenne lui fut confiée.

Son activité personnelle se concrétisa par une foule de mémoires capitaux : notons sa monumentale monographie de la Sierra de Majorque (1922), son étude du Rif septentrionnal (1936), celle de la zone subbétique à l'W d'Alicante (1945). Ce gigantesque labeur analytique, basé sur une cartographie admirable et de remarquables études paléontologiques, s'accompagna de synthèses qui donnèrent une vue toute nouvelle de l'évolution géologique de la Méditerranée occidentale : paléogéographie du Trias, du Jurassique (1933-34) et du Crétacé (1943), des Cordillères bétiques et coordination structurale de cet immense domaine, essais de définition des traits permanents de la Méditerranée occidentale, de Gibraltar à Bizerte (1932).

Son activité se déploya aussi dans les Alpes Maritimes (depuis 1940) et les Alpes calcaires autrichiennes, pour lesquelles il proposa une synthèse nouvelle. Il aborda aussi maints problèmes des Pyrénées, du Jura et des Vosges.

Paul Fallot, à Nancy puis à Paris, forma une pléïade de géologues, dont beaucoup sont aujourd'hui Chefs de Services géologiques ou Professeurs de l'Enseignement supérieur. Son extraordinaire libéralisme d'esprit laissait toute liberté à ses disciples, dont l'orientation est en fait très variée.

Son influence à l'Etranger était considérable, en particulier en Espagne, dont il était — à en croire nos collègues espagnols — le plus grand géologue vivant, et au Maroc, dont il fut le Conseiller scientifique permanent. Sa grande modestie laissait ignorer qu'il appartenait aux Académies de Belgique, de Hollande, d'Italie et d'Espagne, que les Sociétés géologiques de Londres, d'Amérique, d'Allemagne, de Belgique et d'Autriche l'avaient nommé Membre d'Honneur, qu'il était Dr Honoris Causa des Universités de Lausanne, Madrid, Grenade et Zürich, que la Médaille Leopold von Buch lui avait été décernée par la Société géologique allemande en 1952.

Le grand savant s'alliait en lui à l'honnête homme. Patriote ardent, la seule distinction qu'il avouait était sa Croix de la Légion d'honneur, qui lui fut remise sur le front des troupes. Homme droit, d'une courtoisie extrême, il n'a jamais masqué sa pensée ni sur les hommes ni sur leurs actes, luttant constamment contre ce qui lui semblait médiocre, et pour ce qu'il estimait juste et profitable à la Science et à son pays.

Sa disparition brutale a jeté ses disciples dans la consternation, car l'on attendait encore beaucoup de lui. La géologie française perd en lui le meilleur de ses tectoniciens. Sa mémoire, elle, ne passera pas.

M. Durand Delga.

HAUT-COLLÈGE INTERNATIONAL ET ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'ETUDE DE LA PHONATION ET DU LANGAGE

Réunions communes de travail tenues sous forme d'une suite de Colloques à la Sorbonne, Salle Louis-Lapicque, les 15 et 16 octobre 1960, sous la Présidence de MM. André Moulonguet, Membre de l'Académie de Médecine ; Philippe Fabre, Professeur de Physique Biologique à la Faculté de Médecine de Lille ; et André Soulairac, Professeur de Psychophysiologie à la Sorbonne.

Ces réunions, faisant suite aux Colloques des 11 avril et 18 octobre 1959 et 24 avril 1960, avaient pour thèmes essentiels le renouvellement des instrumentations phonologiques et phoniatriques, et l'étude de la Physiologie et de la Psychophysiologie spéciales du Chant à Grande Puissance.

La réunion du samedi 15 octobre, sous la présidence du Pr. Philippe Fabre, est consacrée à l'étude des appuis et des équilibres de la musculature buccale, tant pendant les activités de la nutrition que durant les activités phonatoires. M. J. Cauhèpe, de l'Institut de Stomatologie, expose tout d'abord les méhodes électro-rhéostatiques récemment mises au point et employées par lui. Il en résulte notamment que, dans toutes les activités normales de cette musculature, les arcades dentaires ne sont soumises, de la part des muscles linguaux et des joues, qu'à des systèmes de forces dont la résultante est nulle sur tout axe perpendiculaire à la direction de croissance dentaire. Intéressantes remarques de M. Strenger, de Stockolm.

M. J. Fieux, expose à son tour les méthodes radio-cinématographiques employées en vue de la même recherche. Il présente deux films relatifs aux mouvements buccaux et pharyngiens de la déglutition ainsi qu'aux mouvements et attitudes phonatoires et articulatoires. Le second, en collaboration avec M. Cherigie, a été confectionné grâce à l'aide d'amplificateurs de brillance.

M. Raoul Husson, secrétaire général des deux Sociétés, expose ensuite, en application des méthodes radio-cinématographiques, quelques résultats des travaux très récents du Pr. N.I. Jinkine, (Institut Pédagogique de Moscou) sur les mécanismes de la parole. Des objectifs à plusieurs tubes synchronisés ont été employés, embrassant tous les organes intéressés depuis le diaphragme jusqu'aux lèvres. Les résultats obtenus renouvellent totalement notre connaissance de ces mécanismes, surtout en ce qui concerne le jeu des canaux bronchiques, de la trachée et du pharynx. La même étude a été poursuivie, en même temps que sur l'homme normal, sur le singe, sur le sourd-muet parlant rééduqué, et sur le bègue. Une conclusion qui en ressort, d'une importance capitale, est que le bégayement tonique et le bégayement clonique sont deux maladies totalement distinctes, de physiopathologies très différentes.

La réunion du dimanche 16 octobre, sous la présidence de M. André Moulonguet, est consacrée à l'emploi des méthodes électro-acoustiques dans l'étude de la phonation, et tout spécialement dans l'étude de la physiologie spéciale du chant à grande puissance, objet de recherches attentives à la Sorbonne depuis 1957.

M. Léonid Pimonow rappelle succinctement les principes sur lesquels reposent la construction des appareils ayant en vue

l'analyse des phénomènes périodiques tenus, comme sont les voyelles. Il montre ensuite l'intérêt des phénomènes dits « transitoires », leur nature, et les principes sur lesquels reposent les appareils ayant pour but leur enregistrement et leur analyse.

Cet exposé est suivi par trois communications de M. Raoul Husson sur l'emploi de ces méthodes à l'étude de la physiologie phonatoire. Avec MM. Léonid Pimonow et Pierre Pouteaux, il a étudié les absorptions au sein du pavillon pharyngo-buccal en employant pour cela la méthode de François Gremy, consistant à introduire dans cette cavité, pendant la phonation, un microphone de très petites dimensions (2 millimètres d'épaisseur sur 5 de longueur). Ces absorptions sont énormes, et constituent le phénomène essentiel du transit pharyngo-buccal. Au cours de ces expériences, il a été noté qu'une cocaïnisation d'une surface très limitée, au voisinage d'un choane, provoquait une baisse immédiate de l'intensité sonore produite au niveau du larynx de l'ordre de 5 décibels, par suite d'une chute de l'intensité des afférences réticulaires en provenance vraisemblable du trijumeau. Une dernière communication de M. Raoul Husson est relative à la physiologie du vibrato de la voix chantée, faisant suite aux travaux du Pr. Eugène Roudakov (Laboratoire d'Acoustique du Conservatoire de Moscou) sur le même sujet, étudié à la Sorbonne à l'aide de la méthode électro-glottographique du Pr. Philippe Fabre.

Ensuite, exposé des recherches de l'Institut d'Anatomie de Fribourg-en-Brisgau pendant trois années consécutives, sur l'anatomie fonctionnelle du larynx de la Chauve-Souris (« Myotis myotis ») dont on sait que l'organe émet des ultra-sons, atteignant 10 000 et même 120 000 Herz. Le travail d'anatomo-histologie du Pr. Hans Fischer, montre que le larynx de cet animal a la structure musculaire de celui de l'homme, mais de façon beaucoup plus typique. Toutes les fibres musculaires rayonnent de la fente glottique quasi-perpendiculairement aux cordes vocales, structure un peu plus cachée chez l'homme. Puis le Pr. Hartmut Gerken, brosse la comparaison rapide du fonctionnement du larynx de la Chauve-Souris et de celui de l'Homme, et discute le problème des insertions musculaires sur les cordes vocales de l'Homme, objet d'anciennes controverses.

M. Raoul Husson montre que ce fonctionnement laryngé sur le type de celui d'une sirène à fentes fines explique immédiatement la présence d'harmoniques aussi élevées dans une telle sirène reproduisent des ondes carrées, dont la série de Fourier présente des harmoniques, dont toutes les intensités sont égales : ces harmoniques, dont l'intensité ne décroît pas avec le numéro d'ordre, sont donc en nombre (théoriquement) infini, c'est-à-dire ne sont limitées en nombre que par l'intensité globale

de l'émission. Chez la Chauve-Souris, ces sons émis sont d'ailleurs très brefs, émis par intermittence, et très intenses.

Le Pr. Kelemen, de New-York, projette une coupe de Chauve-Souris géante dans laquelle les cartilages laryngés occupent la moitié du thorax (en volume).

De nombreuses interventions, notamment du Pr. Djourno, ont montré le vif intérêt pris par un nombreux auditoire aux travaux présentés à ces Colloques, dont les réunions futures sont déjà prévues pour l'année qui vient.

CONGRÈS et RÉUNIONS SCIENTIFIQUES

Un Congrès National des Ingénieurs français aura lieu à Toulouse, du jeudi 13 au dimanche 16 avril 1961.

Organisé sous l'égide du Conseil National des Ingénieurs Français, avec le concours des grandes fédérations et associations d'ingénieurs, nationales et régionales, il accueillera tous les ingénieurs qui s'y rencontreront pour échanger leurs vues sur un certain nombre de problèmes relatifs à leurs titres et à leur fonction.

Indépendamment des travaux proprement dits, le Congrès comportera une partie réservée à l'information et au perfectionnement (exposés sur des questions d'actualité, visites d'établissements industriels).

Cette grande réunion d'ingénieurs, qui renouvellera celles qui eurent lieu précédemment, tant à Grenoble qu'à Paris et à Lyon, et notamment celle qui eut lieu, sous le même titre en 1949 à Toulouse, comportera enfin de nombreuses réceptions et visites.

Renseignements et inscriptions : Union des Ingénieurs de la Région de Toulouse (Secrétariat du Congrès), 8, rue du Poids-de-l'Huile, à Toulouse.

De l'influence scientifique sur le développement du Dauphiné (1)

Au moment où la décentralisation est à l'ordre du jour, il nous a paru instructif de placer ce Congrès sous le signe de l'influence du facteur scientifique dans l'expansion de la province française. Si en effet, il est socialement et économiquement indispensable d'arrêter l'accroissement de la région parisienne, il serait préjudiciable à l'œuvre même de décentraliser n'importe où et n'importe quoi et le Commissariat au Plan en est bien convaincu.

Or, Grenoble et sa région offrent l'exemple d'une réussite extraordinaire de la province française, remarquable à bien des points de vue.

Elle l'est déjà en elle-même puisque la seule ville de Grenoble a vu sa population doubler depuis 1911 et même cette propension est loin d'être linéaire puisque son rythme s'accroît. Grenoble comptait au dernier recensement 120 000 habitants et sa proche banlieue 160 000. Il suffit d'ailleurs de parcourir les rues de notre agglomération — je dis notre car je suis né à Voiron — pour constater que l'accélération de cette expansion s'affirme, et peut-être le distingué Maire de votre ville, comme Monsieur le Préfet, connaissent-ils bien les servitudes qui accompagnent toujours le succès. Sur les cartes industrielles de l'Isère, le tableau accroché au nom de Grenoble doit presque chaque année recevoir un symbole supplémentaire : constructions mécaniques, électriques, la redoutable et envahissante électronique, les textiles, les papiers et cartons, la chimie, l'électrométallurgie, la fonderie, la ganterie bien sûr et même le linge le plus fin, l'alimentation et toutes sortes d'autres choses : c'est tout un palmarès de l'activité industrielle et, une fois encore, Grenoble fait mentir les assertions traditionnelles suivant lesquelles l'économie française est essentiellement « nordique ».

Et cependant Grenoble n'a pas l'une de ces situations géographiques privilégiées qui ont permis le développement économique de certaines cités. Notre capricieuse Isère n'est guère navigable et les voies de communication butent contre les Alpes. Les grands courants de circulation empruntaient naturellement la vallée du Rhône et ses débouchés, de sorte que Lyon, Vienne, Valence, pour ne citer que nos voisines, étaient à ce point de vue promises à éclipser définitivement Grenoble : elles ont bien été sur le point de le faire dans l'histoire.

L'un des facteurs de ce comportement singulier de Grenoble, désormais sans conteste Capitale du Dauphiné, doit évidemment être recherché dans les caractères de ces habitants. J'en ai trouvé un résumé que je vous lis tel qu'il a été écrit :

« Le Dauphinois a des qualités d'ingéniosité et d'habileté uniques » (références sont faites à Vaucanson et ses automates, à Xavier Jouvin, Vicat, Bergès et d'autres que vous connaissez).

---

(1) Allocution prononcée par M. Ponte, Président de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, à la séance d'ouverture du Congrès de Grenoble, 16 juillet 1960.

Le Dauphinois a un esprit réaliste, apte aux affaires ». « Il est sérieux et laborieux et « grand admirateur de l'instruction ». Vous reconnaissez là le style fleuri de nos pères, mais c'est un caractère essentiel à retenir pour la suite de cet exposé. « Il est assez froid, et, s'il se passionne, ce n'est qu'après avoir raisonné cet élan » : est-ce encore de la passion dans ce cas ? je n'en suis pas convaincu, disons que c'est plutôt du risque calculé. « Il est individualiste et sujet aux » conséquences de l'amour-propre. Il est très bien équilibré comme » sa province, qui rassemble montagnes, plaines, offre des climats » différents ».

Au XVIe siècle, l'auteur d'un voyage de la Raison en Europe écrit : « Si la dissipation n'avait pas pris un ascendant sur les esprits, Grenoble serait l'une des villes où l'on cultiverait les sciences avec le plus de succès. Les Dauphinois ont toutes les dispositions propres à devenir savants ».

Enfin, retenons que les Dauphinois, et plus particulièrement les Grenoblois, ont manifesté une ténacité dans leur esprit d'entreprise qui est réelle et vient probablement du mélange de races dont notre région a été le lieu de brassage durant son histoire, tout spécialement par une combinaison des qualités germanique et latine.

Mais ces qualités humaines ont pu donner leur mesure grâce à un concours de circonstances apporté au 19e siècle par le développement simultané de la recherche scientifique, représentée par l'Université de Grenoble, et de l'industrie de la région. Il n'y a donc rien de surprenant que Grenoble apporte le symbole de cette liaison Université-Industrie que notre ville a mise en pratique bien avant que sa fécondité eut été généralement reconnue.

Et c'est là qu'a été la chance de Grenoble. Son Université, après les vicissitudes que nous retracerons rapidement, a été confirmée, recréée en quelque sorte, dans la deuxième moitié du 19e siècle, au moment même où la révolution industrielle apportée par la Science était à son paroxysme. La nouvelle Université n'a pas été alourdie, encombrée par les traditions et les inhibitions qui entravent toujours les œuvres nouvelles : elle s'est lancée d'emblée dans l'optique moderne.

Si l'on songe qu'au même moment les développements scientifiques permettaient, par l'électricité, d'utiliser et de transporter les ressources énergétiques de la région grenobloise, il devient apparent que cette conjugaison immédiate de l'apport scientifique et de l'esprit d'entreprise de nos compatriotes a été l'élément déterminant de l'expansion de notre province, comme il le reste : l'exemple du Centre d'Energie Nucléaire de Grenoble, œuvre admirable, montre que cette tradition de « coller » instantanément aux développements scientifiques les plus récents reste vivante et offre la meilleure promesse de la poursuite de l'œuvre grenobloise.

Ainsi donc, le grand tournant de l'histoire économique de Grenoble se trouve dans les conditions scientifiques particulières au XIXe siècle, immédiatement assimilées par notre région.

Il n'est pas inutile de réfléchir quelque peu aux caractères de la Science du XIXe siècle, afin de comprendre comment Grenoble a pu en profiter aussi rapidement.

La Science ne débute pas au XIXe siècle bien sûr, et ses caractères modernes commencent à apparaître à la Renaissance. Ne sous-estimons certes pas les travaux de Galilée, Képler, Newton, Gilbert et bien d'autres.

Celui qui a le premier apporté clairement cette tendance moderne a probablement été Francis Bacon, lorsqu'il disait durant le règne d'Elisabeth : « Le véritable but des Sciences est d'enrichir la vie humaine par de nouvelles découvertes et de nouvelles puissances ».

Il est vrai qu'il développait la pensée de Roger Bacon, qui, au Moyen-Age, montrait la Science au service de l'homme et entrevoyait que ceuli-ci se servirait de la nature par sa connaissance, au risque d'avoir quelques ennuis.

Et déjà au XVIII[e] siècle, l'Anglais Gray expérimentant sur la production d'électricité par frottement, avait constaté que les actions sur des boules isolantes pouvaient se faire à distance par l'intermédiaire de corps isolés : c'est ainsi qu'en mettant dans son jardin des fils de soie isolés, il pouvait faire dévier des boules situées à distance. Il montrait ainsi la voie d'une recherche des applications de la science ; il est vrai qu'il était alors considéré comme un amateur !

Enfin, il n'est pas sans intérêt de remarquer, qu'au moment même de cette première expérience, cette Révolution Française qui a pris naissance dans notre région, a été la première dans tous les pays du monde à apporter à la Science cette place qui est maintenant reconnue dans tous les Gouvernements. C'est la Révolution Française la première, malgré la tragique condamnation de Lavoisier, qui a montré l'intérêt de la Science dans le gouvernement des peuples car il est certain que l'œuvre scientifique de la Convention est restée et reste encore vivante de nos jours.

Cette orientation s'affirma avec la découverte de « la puissance du feu », c'est-à-dire des machines à vapeur. Ainsi s'affirmait le rôle de la science dans le souci constant de l'homme, celui de développer des machines, et par là de rechercher constamment de nouvelles sources d'énergie et leurs emplois. La science perdait donc son caractère presque uniquement philosophique pour pénétrer dans la vie économique même.

L'étude de la chaleur, immédiatement sensible aux sens humains, a été tout naturellement la première à promouvoir cette révolution scientifique de l'économie et l'évolution de la pensée scientifique s'étend sur des siècles, alors qu'elle sera bien plus rapide pour l'électricité. Les philosophes eux-mêmes s'en préoccupaient déjà sous la forme de deux opposés, le chaud et le froid, qui commandaient l'évolution de l'Univers. La médecine chinoise ou indienne étudiait leur compétition dans les fièvres et les refroidissements. C'est au XVII[e] siècle, avec de Caus, que la première machine pneumatique utilisant une sorte d'éjecteur à vapeur rudimentaire fut conçue et enfin, Denis Papin avait conçu une machine à vapeur déjà moderne ; malheureusement, malgré ses efforts auprès de la Royal Society en 1708 pour obtenir un crédit de 15 livres pour sa machine, il se vit répondre que la Société ne pouvait prêter d'argent sans être assurée à l'avance du succès. Vous voyez que le problème des crédits pour la recherche, même technique, est bien de tous les temps... Ce furent enfin les travaux combinés des savants et techniciens qui conduisirent aux premières machines du type de Watt et donnèrent dès la fin du XVIII[e] siècle son impulsion à l'emploi universel de cette conversion d'énergie.

Mais cet exemple de la chaleur est rudimentaire et je l'ai indiqué comme un premier support naturel de la science et de l'industrie, où le rôle de chacun subit des fluctuations, l'une s'effaçant parfois au profit de l'autre, de telle sorte qu'en 1824 — nous arrivons au XIX[e] siècle — un Anglais pouvait écrire en parlant de la machine à vapeur qu'« il n'y a pas de machine ou de mécanisme où les théoriciens aient si peu fait et avec tant d'inutilité ». Même si cela était vrai, la Science s'est bien rattrapée depuis avec la thermodynamique.

Dans le cas de l'Electricité, il en va tout autrement, et dans ce bouillonnement scientifique du XIX[e] siècle qui va révolutionner l'économie et les structures sociales, l'Electricité apporte un tableau

complet de cette évolution qui ira en s'accentuant au XX[e] siècle toujours sous son impulsion.

Certes, des physiciens comme Roma, l'Abbé Nollet, Franklin, s'étaient attachés aux aspects extérieurs de cette puissance naturelle, mais à la fin du XVIII[e] siècle, ce n'est guère encore qu'un amusement de cour. Les premières lois de Coulomb, les premières constatations de Galvani, les premiers générateurs de Volta et Davy, posent les fondations de l'édifice, et brusquement, comme s'il s'agissait d'une explosion dans la joie de connaître, vont naître les découvertes qui bouleverseront le monde : Oersted en 1819, avec l'action du courant sur une aiguille aimantée, Ampère avec l'Electrodynamique dès 1820. Puis ce sont les travaux d'Arago, Savart, Laplace, et, couronnement presque suprême, la découverte de l'induction par Faraday en 1831.

Et presque aussitôt, alors que Faraday continue ses recherches pour bâtir une théorie générale de l'électricité, du magnétisme de l'optique, et peut-être de la gravité, synthèse toujours actuelle et dont une partie sera atteinte dès 1860, les applications se multiplient sans attendre. A partir de 1850, les machines électriques naissent avec leurs applications, alors que depuis 1830 l'électricité est déjà utilisée pour l'électrolyse ; les télécommunications naissent, l'éclairage par incandescence et toutes les transformations les plus diverses.

C'est que l'électricité apporte non seulement une énergie de forme nouvelle, mais une énergie transportable autrement que par déplacements pondéreux de matières : par sa souplesse d'adaptation, sans cesse perfectionnée par les techniciens grâce aux transformateurs, commutateurs, moteurs et générateurs les plus divers, l'électricité apporte à l'homme la réalisation de son perpétuel besoin énergétique en utilisant n'importe où l'énergie produite en un lieu riche de ressources à ce point de vue.

Le climat le plus intense de ce grandiose épanouissement a lieu vers 1880 ; n'est-il pas convaincant de remarquer déjà que c'est la date où l'Université de Grenoble est enfin dotée de moyens scientifiques appropriés, dans une région où la Houille Blanche est abondante. C'est bien le moment où Grenoble prend son essor qui ne s'arrêtera plus, car son moteur n'est autre que le progrès scientifique lui-même.

Comme dans toute œuvre humaine, pessimistes et optimistes s'affrontent, de même que les prophètes, encore mal avertis du danger des prévisions scientifiques ou techniques trop catégoriques, se livrent à leurs inspirations. Du côté pessimiste, l'un d'eux, après un essai d'éclairage électrique de la Gare St-Lazare, par des lampes à filament de carbone il est vrai, s'écrie : « Nous avons aperçu des manifestations rougeâtres : Monsieur Edison, votre lampe n'est qu'un lumignon, elle n'a aucun avenir ».

Du côté optimiste, plus près de nous, les qualités de l'énergie électrique sont vantées et la liste de ce qu'il est possible de réaliser est impressionnante, avec une certaine dose d'humour qui n'était peut-être pas volontaire. Nous apprenons ainsi, entre autres, qu'un kilowatt-heure lumière peut : éclairer une étable à 15 vaches et pour une bouverie il sera possible de passer à 20 bœufs ; quant aux moutons ils seront 100 à se partager cette manne lumineuse. Le même kilowatt permet de nettoyer 15 couteaux pendant un an, d'allumer son cigare, après chaque repas, pendant 5 ans, se chauffer les pieds pendant 10 heures et se friser chaque matin pendant 20 jours. Quant au kilowatt-heure « force » ses possibilités sont vraiment extraordinaires, et je ne vous en cite qu'une : remplir et boucher 250 bouteilles.

Sous sa forme enthousiaste, ce plaidoyer souligne l'universalité et la contribution de l'électricité au développement industriel et économique de l'univers.

Examinons celui de Grenoble, bénie des dieux à ce point de vue.

Nous en sommes donc à la fin du XIXe siècle et Grenoble est emportée, mais en sachant se diriger, par le torrent de la révolution scientifique et industrielle.

Et, à tout Seigneur tout honneur, retraçons encore une fois — mais n'aimons-nous pas revoir la vie de ceux que nous vénérons — la vie de l'Université de Grenoble qui renaît au même moment ?

Il faut bien dire avec le Doyen Blanchard, qu'avant cette période de la révolution industrielle sous les coups de boutoir de la Science, l'Université n'avait fait à Grenoble que de brèves et rares apparitions dont elle ne peut tirer aucune gloire, et c'est là que j'ajoute « tant mieux, c'est ce qui explique tout ».

Dans la deuxième moitié du XIIIe siècle, Grenoble a une certaine réputation pour les études de Droit, et Humbert II, parmi les dernières dispositions de son « indépendance » crée l'Université en 1339, pour des études de droit civil et canonique, de médecine, mais il commence très mal et n'est certainement pas un bon prophète : afin d'empêcher l'augmentation du prix du bois et du charbon, il fait démolir les forges de fer des environs de Grenoble et interdit d'en construire d'autres depuis les Abymes jusqu'à Voreppe.

Le Dauphiné est rattaché à la France le 30 mars 1349, mais en 1452, le Dauphin Louis, futur Louis XI, crée l'Université de Valence. Grenoble essaie bien de se défendre en utilisant une technique aussi vieille que le monde, c'est-à-dire qu'elle débauche les meilleurs Professeurs de l'intruse. Mais Charles IX, séduit par le Rhône — on le comprend — et son château de Roussillon, réunit en 1565 l'Université de Grenoble à celle de Valence. Lesdiguières essaie de redonner son individualité à l'Université, mais sans succès, de sorte que la léthargie s'empare de la vie universitaire de notre ville, elle-même solidement menacée par Vienne et Valence ; tout au plus peut-on signaler la création en 1771 d'une Ecole de chirurgie qui aura un certain renom. Et en 1804, la première faille se produit : l'Ecole de Droit s'installe à Grenoble au détriment de Valence. En 1848, Guizot rend à la Faculté des Lettres le droit d'exister, mais elle n'est inaugurée qu'en 1879. Ces mesures fragmentaires étaient peu efficaces, si bien que le Doyen Blanchard a pu dire que, si on avait supprimé de nouveau l'Université durant les premières décades du XIXe siècle, « cette disparition eut fait moins de bruit en ville que le transfert à Valence de la musique de l'Ecole d'Artillerie, qui en fit beaucoup ».

Il faut dire que les sciences ne sont pas bien partagées car en 1867 tous les Professeurs travaillent dans le même laboratoire. Le Professeur de Physique y arrangeait ses instruments, celui de zoologie y disséquait des lapins et y nourrissait des pigeons, celui de géologie y cassait des cailloux, tandis que la concierge depuis le matin jusqu'au soir, et à la meilleure place, cousait des sacs, faisait la cuisine et donnait sans cesse audience à ses amis.

Et voici que grâce à la réforme de Liard, l'Université prend son véritable départ dans l'enthousiasme que toute jeunesse et tout esprit resté jeune manifestent pour la nouveauté. En quelques années à peine, s'organisent les cours de sciences classiques bien sûr, mais également les cours d'électricité industrielle de Janet, l'ébauche de l'Institut Electrotechnique, l'adaptation constante aux besoins locaux, l'enseignement pour les étudiants étrangers qui fait que, dans le monde entier, l'Université de Grenoble est réputée. Et cette Univer-

sité a gardé son dynamisme : en 1912, c'est la création de l'Institut Polytechnique, après celle de l'Ecole de Papeterie en 1907 ; en 1930, l'Ecole des Ingénieurs Hydrauliciens est rattachée à l'Institut Polytechnique ; en 1931, est inauguré l'Institut d'Electrochimie et d'Electrométallurgie. La Radioélectricité acquiert droit de cité, et récemment, est créée l'Ecole des Ingénieurs Electroniciens, dont le succès montre clairement l'importance du rôle de l'Université dans la formation des ingénieurs.

Enfin, nouvelle preuve de la vitalité de l'Université Grenobloise et de ses relations avec l'industrie, c'est Grenoble qui a vu, la première, se mettre réellement en action la Promotion Supérieure du Travail, nouvelle preuve de ce que Grenoble met les idées en action plutôt que de leur consacrer seulement des flots d'éloquence.

Permettez-moi donc, au nom de notre Association, comme à celui de l'Industrie technique française, d'adresser à l'Université de Grenoble, l'expression de notre admiration et de notre fidèle reconnaissance.

Avant d'examiner l'état d'avancement des industries dauphinoises sous l'angle des répercussions du développement scientifique, il me faut naturellement souligner l'importance de la Houille Blanche, puisque c'est la source d'énergie naturelle de notre région.

Les hommes ont souvent cherché à utiliser cette énergie et M. Bouchayer nous a rappelé que Swift, dans les voyages de Gulliver en 1725 avait déjà pensé à canaliser l'eau pour moderniser un vieux moulin. Il écrit en effet : « Il s'y trouvait un moulin que le courant d'une grande rivière faisait aller... il y avait environ 7 ans qu'une Compagnie d'Ingénieurs était venue proposer d'abattre ce moulin et d'en bâtir un autre sur le penchant de la montagne, sur le sommet de laquelle serait construit un réservoir d'où l'eau pourrait être conduite aisément par des tuyaux et des machines. Le vent et l'air, sur le haut de la montagne, agiteraient l'eau et la rendraient plus fluide et son poids, en descendant, ferait tourner le moulin avec la moitié du volume d'une rivière qui coule de niveau ».

Cette verve poétique créant quelque génie joufflu soufflant sur l'eau masque un peu trop le mot « aisément », car il a fallu bien des travaux théoriques et pratiques sur les turbines, les conduites et leurs matériaux pour arriver aux résultats, et de grands noms dauphinois sont associés à ces développements, après les travaux de pionnier du stéphanois Fourneyron. Au passage, citons Girard et Joya qui en 1863 installent à Uriage, pour les Cimenteries VICAT la première chute importante de France, ce qui fait dire à G. Hanotaux : « Ce vaillant Dauphiné a créé une industrie nouvelle autochtone, indépendante, qui n'a rien demandé jusqu'ici qu'à l'activité de la province, à ses ressources propres et à son génie ».

La Papeterie donne avant l'électricité une impulsion à la nouvelle forme de conversion d'énergie, avec Matussière en 1863 et surtout Aristide Bergès avec sa fameuse chute de 1 000 CV, à Lancey.

L'innovation fit quelque bruit et M. Romanet, a rappelé qu'à cette époque, un journal technique de la République Argentine signala ce succès dauphinois. Un gros maquignon de l'endroit qui avait lu cette indication, confondant les chevaux hydrauliques et les chevaux en chair et en os, dont il faisait le commerce, pensant que sous le nom d'« aménagement » le journal voulait désigner la construction d'une vaste écurie, écrivit à Aristide Bergès pour lui demander quelle était la race des chevaux qu'il possédait et quels étaient ses prix, en vue de bonnes affaires en Europe.

A. Bergès répondit : « qu'il ne pouvait pas vendre ses chevaux car tous ceux qui étaient disponibles se trouvaient encore à l'état sauvage ».

En 1870 apparaît la Machine Gramme, produit condensé, si je puis dire, des développements scientifiques du siècle. Les expériences de Desprez, notamment, entre Vizille et Grenoble, de Fontaine, jointes aux premiers essais de production d'énergie électrique à Béronne, font converger les progrès de l'emploi de la Houille Blanche avec ceux de la technique électrique, et nous n'irons pas plus avant dans cette description, si ce n'est cette évocation sociale de Bergès en 1897 :

« L'usage de la lumière électrique est, surtout dans les campagnes, un des effectifs facteurs de la civilisation. Que faut-il à un homme qui veut s'élever dans la moralité et le bonheur ? Qu'il aime mieux sa famille que le cabaret ; qu'il voit plus de gaîté dans sa maison ; c'est autour de la lampe électrique que le soir commencent le repos et la vie de famille. Sa lumière est d'égale intensité pour tous, pour le riche comme pour le pauvre, et ce n'est pas une mince satisfaction que cette égalité devant la lumière, qui perpétue sans discontinuité les dons du soleil qui sont aussi égaux pour tous ».

Vous verrez lorsque nous parlerons de l'avenir de la décentralisation grâce à la télévision que nous revenons à une promotion de ce genre.

Examinons maintenant le développement de l'industrie grenobloise et dauphinoise avec son raccordement à celui de l'Université.

L'histoire de l'industrie du Dauphiné et de Grenoble s'imbrique évidemment dans l'histoire même de la région et je n'ai pas l'intention de vous entraîner trop loin. Tout au plus tenterai-je de marquer les répercussions de la technique sur les diverses industries et les transformations sociales consécutives.

Aux XVII[e] et XVIII[e] siècles l'industrie est marquée par la nature de notre province, excentrique, sans moyens de communication. L'esprit d'entreprise que nous avons déjà vanté va donc créer des industries artisanales locales utilisant les ressources énergétiques et naturelles de l'endroit : le bois et le charbon de bois, les produits des mines locales : anthracite, d'autres mines apparaissent : fer, cuivre, plomb, or, et également les produits des troupeaux qu'alimentent les montagnes, notamment les peaux. Ainsi prospèrent le textile, la métallurgie, le cuir, le papier.

C'est ainsi que si nous prenons comme exemple la métallurgie, les usines sont nombreuses puisqu'en 1724 l'Intendant Fontanier dénombre :

13 Hauts-Fourneaux ;

45 ateliers de production et de travail du fer, dits « martinets », notamment en Chartreuse et sur le versant occidental de Belledonne.

On compte enfin 36 aciéries et 7 usines de taillanderie, et l'ensemble forme un système métallurgique complet, avec les mines de fer d'Allevard et les Hauts-Fourneaux dont la fonte était soit transformée sur place, soit transportée dans ce but vers Rives et Vienne.

Les techniques commencent leur évolution naturelle et sans apport scientifique réel, avec une certaine concentration industrielle, et au début du XIX[e] siècle l'essor reprend par le perfectionnement des techniques. La vapeur vient apporter sa puissance mais nécessite beaucoup de combustible ; en même temps elle améliore les transports de sorte que les mines secondaires et les mines de fer, trop pauvres, déclinent. L'industrie tente donc de se concentrer et de se

moderniser, mais le coup de grâce et donné vers les années 1850-1860. Rioupéroux fait sa dernière coulée en 1864, alors que Vienne a arrêté ses productions sidérurgiques dès 1855. En 1868 la plupart des industries de ce secteur sont dans une situation précaire et la tradition métallurgique du Dauphiné semble devoir s'éteindre définitivement, victime du développement des moyens de transport et d'échange.

Mais là aussi, l'électricité et la Houille Blanche sont venues sauver la situation en transformant la vocation de cette industrie, devenue hautement technique et scientifique par l'électrométallurgie, même après l'abandon d'essais audacieux comme la production de fer électrolytique à Rioupéroux. C'est un fait très remarquable que notre région, pour les raisons générales déjà indiquées, et qui se ramènent à utiliser au plus vite les ressources de la Science et de la Technique, fait souvent œuvre de pionnier : la métallurgie par métaux frittés s'est implantée à Allevard, Grenoble et des ateliers propres, scientifiquement conduits, ont remplacé le bagne que je vous montré, alors que leurs productions de haute technique équipent les matériaux électriques et électroniques les plus récents.

Cette transformation de l'indusrie artisanale s'est également développée dans des secteurs aussi importants que l'industrie électrique.

Nous aurions beaucoup d'exemples à donner, ne fut-ce que la Papeterie. La Papeterie est une industrie de longue date, mais je ne pense pas que je puisse vous apprendre grand'chose à ce sujet.

Que vous dirai-je du cuir ? Nous sommes en présence d'une industrie qui précisément a gardé, à l'autre bout de l'échelle, une qualité qui est également propre à votre région. Nous venons d'insister très largement sur le développement scientifique de l'industrie dû au progrès, mais votre province a le souci de garder un certain nombre d'industries dites artisanales, en leur conférant les qualités de l'industrie moderne mais en leur gardant leurs qualités artistiques.

Faut-il rappeler en effet que si en 1956 la région de Grenoble a produit 145 300 douzaines de paires de gants, 49 % ont été exportées.

Je n'insiste pas sur le textile, sur le ciment, etc.

J'en arrive maintenant à ce que l'on peut penser de l'expansion de Grenoble dans l'avenir qui est liée justement au développement scientifique futur.

J'ai tenté de vous montrer avec quelques exemples que l'expansion de Grenoble est due à cet accrochage du développement de la recherche scientifique et technique de l'Université et de l'Industrie. Les activités se transforment, disparaissent pour renaître rajeunies, d'autres, toutes nouvelles, s'implantent dans le pays. Avec la prudence que nous avons apprise devant les prophéties, il est normal de réfléchir à l'avenir : la science et la technique progressent toujours à une allure accélérée et leurs répercussions sur les activités humaines s'impriment impérativement ; elles sont marquées, au point de vue qui nous intéresse plus spécialement ici, par les ressources des télécommunications d'une part, et par l'automatisation des grandes industries techniques, d'autre part. Le développement de Grenoble par le caractère de ses habitants sera sans doute l'un des premiers en France à s'adapter ; n'avons-nous pas autour de notre Université tous les éléments techniques et industriels les plus modernes ? Or, les télécommunications et moyens de l'automatisation apparaissent contradictoires dans leurs effets sociaux, notamment pour le développement d'une grande ville comme la vôtre. D'une part les premières, comme la Télévision, en apportant à domicile informations

et récréations, incitent les hommes à se disperser ou à rester dispersés : la télévision est un élément essentiel pour les campagnes, apportant sur place non seulement les nouvelles courantes, mais les éléments culturels et professionnels dont tout être humain doit rester avide. Une Compagnie d'Electronique française a eu l'idée de créer un système d'enseignement technique de la radioélectricité pour les campagnes : le succès a dépassé ses espoirs les plus optimistes et beaucoup de jeunes néophytes ne sont plus aussi tentés de quitter leur village. Cette tendance est donc inverse de celle qui a forcé les industries artisanales dauphinoises à quitter leurs montagnes pour venir se concentrer autour de Grenoble : elle ne peut que s'accentuer.

De l'autre côté, l'automatisation nécessite par ses investissements et l'accroissement de la production, le regroupement d'une activité industrielle déterminée en grandes unités où le nombre d'heures de travail de l'individu ira sans cesse en décroissant ; l'industrie artisanale paraît donc condamnée et cette emprise de la technique concentrationnaire ne va-t-elle pas amener à développer des cités qui aspireront la région environnante. Il est bien difficile de prévoir ce qui arrivera exactement, mais il n'apparaît pas souhaitable socialement, de recréer des capitales provinciales démesurées. Il semble donc que le développement scientifique et technique conduise à une décentralisation secondaire, que les moyens techniques nouveaux faciliteront eux-mêmes. En effet, s'il paraît impensable de disperser des hauts-fourneaux, même automatisés, dans des villages, certaines industries peuvent fort bien y être installées, soit pour des productions finies, soit pour des éléments à utiliser ailleurs. La même Compagnie Parisienne d'Electronique fait actuellement à Dijon une double décentralisation basée sur ces principes. Elle a créé à Dijon — toujours le rapprochement avec les Universités — un centre industriel de pièces détachées pour l'électronique, auquel elle a fixé un volume maximum, d'ailleurs à peu près atteint. Gravitant autour de ce Centre, seront créés des centres secondaires, de dimensions réduites par rapport au centre principal dijonnais, situés dans des villes ou villages de la région et travaillant principalement pour le centre dijonnais.

Il est probable que cette forme de dispersion industrielle est la bonne. Elle est, certes, plus facile pour l'électronique que pour des industries classiques, mais c'est une tendance qui nous paraît essentielle et elle doit rester présente à l'esprit des techniciens de l'automatisme : ils ne doivent pas concentrer leurs efforts sur l'automatisation d'énormes unités, mais les adapter aux dimensions de satellites secondaires.

Il n'est donc pas interdit de penser que si Grenoble doit rester ce qu'elle est, la capitale incontestée de notre beau Dauphiné, avec sa tête, l'Université, elle ne devrait plus trop s'accroître aux dépens des villes et villages de sa région. Gardons leur individualité à Voiron, Moirans, Rives, à nos villes et villages de la montagne et de la plaine : le développement scientifique et technique le peut, mais il faut le prévoir suivant des plans raisonnés.

Alors nous reviendrons presque aux images idylliques des Fourneaux de Fonte de Fer de la Gorge d'Allevard que je vous ai montrées, sous la forme d'usines modernes, accueillantes, occupées par des ingénieurs, techniciens, physiciens et chimistes formés à Grenoble.

Je n'ose donc souhaiter à notre ville d'avoir 200 000 habitants le plus vite possible, mais je suis sûr que si elle garde conscience de son rôle de capitale scientifique et technique, elle offrira encore une fois l'exemple de l'animation d'avant-garde de notre Dauphiné, corps équilibré à la tête solide mais sans monstruosité.



NOMINATIONS (1)

PARIS (Centre d'Orsay). — MM. CASTAING, PANNETIER et RIZET, Professeurs sans chaires, sont nommés titulaires des chaires de Physique, Chimie générale et Génétique.

M. LACOMBE, Professeur à l'Ecole des Mines, est nommé titulaire de la chaire de Métallurgie.

MM. DELANGE, DENY, MAY et RIVIERE, Professeurs TTP, sont nommés titulaires des chaires de Mathématiques, Mathématiques générales, Zoologie et Géologie.

PARIS (Pharmacie). — M. le Professeur VALETTE est nommé Doyen à compter du 1-10-60.

M. CAVIER, Professeur TTP, est nommé titulaire de la chaire de Parasitologie (création).

PARIS (Collège de France). — M. ABRAGAM (Anatole), est nommé titulaire de la chaire de Magnétisme nucléaire.

PARIS (Conservatoire National des Arts et Métiers). — M. CAZIN (Michel), est nommé titulaire de la chaire de Mécanique industrielle en remplacement de M. Métral, retraité.

M. FILLIAT (Georges), est nommé titulaire de la chaire de Géologie (création).

ALGER. — M. MAYER (Gilbert), Recteur de l'Académie de Nancy est nommé Recteur d'Alger en remplacement de M. Capdecomme appelé à d'autres fonctions.

BORDEAUX. — M. BABIN (Jean), Directeur du Centre National des Œuvres universitaires et scolaires est nommé Recteur en remplacement de M. Delage, retraité.

M. SEMIROT, Directeur de l'Observatoire de Bordeaux, est nommé titulaire de la chaire d'Astronomie.

M. CHASTEL, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Physique nucléaire.

CAEN. — Mme WALTER-LEVY, Professeur TTP, est nommée titulaire de la chaire de Chimie minérale.

M. GIACOMO, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Physique.

---

(1) Pour alléger le texte nous avons utilisé les abréviations suivantes : Professeur TTP = Professeur à titre personnel ; MdC = Maître de Conférences ; CdT = Chef de Travaux.

(Suite page 286)

ÉVOLUTION ET ASPECTS RÉCENTS DE LA PHYSIQUE NUCLÉAIRE

par Francis SUZOR,
Maître de Recherches au C.N.R.S.,
Maître de Conférences à l'Ecole Polytechnique.

Le noyau de l'atome est un sujet à la mode et tout titre où il figure intéresse souvent le lecteur. Il est cependant difficile de se tenir entre l'article spécialisé qui, sur un sujet aussi vaste et en si peu de pages, serait une gageure, et le banal et trop bref résumé d'un cours de physique nucléaire. A d'autres le soin d'en traiter les aspects industriels et techniques et aussi politiques ou philosophiques. Mon dessein est seulement, après une partie où sera gardé l'ordre historique des découvertes, de tenter un bilan très général de nos connaissances. A l'époque où des moyens techniques et financiers considérables sont mis à la disposition des scientifiques, beaucoup et parmi les plus grands savants se demandent quelle est, à l'échelle humaine, la meilleure façon de les employer, et ce fut, en quelque sorte, un testament scientifique que ce discours inaugural du Congrès International de Physique Nucléaire à Paris en juillet 1958, où Frédéric Joliot se préoccupait des conditions nouvelles d'expérimentation « dans cette transition de l'échelle artisanale à l'échelle industrielle ».

⁂

La physique nucléaire naquit en France en 1896. L'année précédente, Roentgen avait montré que la fluorescence provoquée par l'impact sur une cathode d'électrons accélérés par un champ électrique était accompagnée d'un rayonnement très pénétrant jusqu'alors inconnu ; spécialiste de la fluorescence, Becquerel rechercha si l'uranium, corps rendu fluorescent après exposition à la lumière solaire, n'émettait pas ces mêmes rayons X. Le hasard et sa sagacité permirent, en quelques jours, à Becquerel de constater, qu'indépendamment de tout agent extérieur, l'uranium émettait spontanément ce rayonnement de Roentgen ; discrètement, sans décliner encore son identité, le noyau atomique venait d'entrer en scène.

L'intérêt de cette radioactivité de l'uranium n'échappa pas à Pierre Curie, et ses travaux antérieurs sur la piézoélectricité lui

permettant de mettre au point un instrument de mesure du rayonnement radioactif, il suivit celui-ci à la trace lors des réactions chimiques qu'il effectuait avec sa femme sur les minerais d'uranium ; en 1898, deux nouveaux éléments chimiques, le polonium, puis le radium étaient ainsi séparés chimiquement. Etudiée dans plusieurs laboratoires, la radioactivité livrait petit à petit ses lois. En 1903, Rutherford et Soddy montraient que les désintégrations radioactives conduisent à des changements d'espèce chimique et leur caractère statistique était mis en évidence en 1905 par von Schweidler. En 1909, Rutherford et Royds montraient que les particules alpha émises par certains radioéléments sont des atomes d'hélium ionisés. Les propriétés du rayonnement radioactif étaient aussi systématiquement étudiées et, dès 1901, Curie et Becquerel avaient signalé les brûlures causées par le rayonnement d'une ampoule de radium.

Une expérience capitale fut alors effectuée par Rutherford en envoyant un pinceau de rayons alpha sur des feuilles minces métalliques ; le fait que des feuilles d'une certaine épaisseur puissent être traversées et la façon suivant laquelle les particules alpha étaient diffusées dans l'espace permirent de constater que les feuilles métalliques ne constituaient pas un mur continu de matière, mais que celle-ci est localisée en des régions de très faible étendue chargée d'électricité positive. De là sortit en 1913, grâce au génie de Niels Bohr, le célèbre modèle planétaire de l'atome constitué d'un noyau central et des électrons gravitant autour.

Les trois types de rayonnements émis, suivant les cas, par un atome radioactif, étaient alors connus :

1°) Le rayonnement alpha, constitué de noyaux d'hélium en mouvement, possédant deux charges d'électricité positive ;

2°) le rayonnement bêta, constitué d'électrons en mouvement ;

3°) le rayonnement gamma électromagnétique, semblable aux rayons de Roentgen.

Connaissant alors le modède atomique de Bohr, les lois des transformations radioactives, la nature des rayonnements émis, il était fort tentant pour les savants d'alors de revenir à la vieille hypohèse du chimiste anglais Prout suivant laquelle tous les éléments chimiques doivent pouvoir être constitués à partir du plus simple d'entre eux, l'hydrogène ; autrement dit, le noyau aurait dû être constitué de protons et d'électrons et, par voie de conséquence, les poids atomiques être des nombres entiers ; si ce dernier fait semblait approximativement vérifié dans bien des cas, il n'en était pas ainsi pour le chlore, par exemple, dont le poids atomique est égal à 35,5. C'est alors qu'à partir de 1913, une série de belles expériences dues à J.J. Thomson, puis à Aston, aboutirent à la découverte des isotopes ; les atomes étant préalable-

ment ionisés et accélérés par un champ électrique, étaient ensuite déviés par un champ magnétique perpendiculaire à leur vitesse ; le rayon de courbure, lors de cette déviation, dépendant de la masse de l'atome, il y avait à la sortie de cet appareil appelé « spectrographe de masse » séparation des atomes de même nature mais de masse différente, ceux-ci portant le nom d'isotopes. Cette découverte levait la difficulté relative au chlore qui est en fait un mélange dans les proportions 3/4 et 1/4 des isotopes de masse 35 et 37.

Au début du siècle, développant les conséquences de sa théorie de la relativité, Einstein avait établi l'équivalence de la masse et de l'énergie, reliées par la célèbre formule : $E = mc^2$. Langevin avait aussitôt remarqué que, lors de la formation d'un noyau à partir de protons et d'électrons, la stabilité du noyau ainsi formé exigeait qu'il y eut un dégagement d'énergie et, par conséquent, une légère diminution de masse ; ainsi s'expliquaient les défauts de masse expérimentalement constatés entre les masses atomiques et les multiples de la masse du proton.

Pour la première fois, en 1919, grâce à Rutherford, le rêve des alchimistes devenait réalité. En effet, des particules alpha bombardant de l'azote, certaines s'approchent assez près du noyau pour y pénétrer et, par une réaction nucléaire, donner aussitôt naissance à un proton en mouvement rapide et à un noyau résiduel d'oxygène. L'importance de cette première transmutation réalisée par Rutherford est considérable car, abandonnant le rôle passif dans une certaine mesure qui consistait à étudier une désintégration spontanée du noyau radioactif, le scientifique prend maintenant, vis-à-vis du noyau, un rôle agissant ; il cherchera dorénavant par tous les moyens possibles à transformer ce noyau, à le briser, à en créer de nouveaux. A partir de cette époque, l'histoire de la physique nucléaire est commandée par l'intensité et l'énergie des faisceaux de particules disponibles.

Dans la troisième décade de ce siècle, une révolution profonde touchait la physique théorique, la mécanique quantique prenait sa forme actuelle ; pour en arriver là, la radioactivité n'avait été d'aucun secours, mais l'outil théorique était maintenant forgé qui allait permettre d'aller de l'avant ; en 1928, Gamow, Gurney et Condon, utilisant cette nouvelle mécanique, donnaient de la radioactivité alpha une théorie valable, et la découverte en 1929 par Rosenblum de la structure fine du rayonnement alpha montrait dans les noyaux l'existence de niveaux quantifiés d'énergie.

La quatrième décade du siècle fut décisive dans l'évolution de la physique nucléaire. En 1930, bombardant du béryllium ou du bore par des particules alpha, Bothe et Becker signalèrent l'existence d'un rayonnement ionisant très pénétrant qu'ils assimilèrent à un rayonnement gamma ; Irène et Frédéric Joliot-Curie montrèrent peu après que ce rayonnement est capable de projeter

des protons de grande énergie quand il traverse des matières hydrogénées. Montrant alors que des noyaux plus lourds, comme l'azote ou l'oxygène, sont également projetés, Chadwick, en 1932, interpréta tous ces faits en identifiant le rayonnement, non pas à un rayonnement gamma, mais à un flux de particules nouvelles, les neutrons, de charge nulle et de masse très voisine de celle du proton. Cette découverte venait à point car, depuis plusieurs années, le fait de considérer le noyau comme formé de protons et d'électrons, se heurtait à plusieurs contradictions insurmontables ; Heisenberg proposait alors une structure des noyaux à base de neutrons et de protons, conception aussi riche que la précédente et qui levait toute difficulté.

Une nouvelle particule, l'électron positif, ayant été découverte en 1932 dans le rayonnement cosmique par Anderson, Irène et Frédéric Joliot-Curie constatèrent, en 1933, l'émission de neutrons et d'électrons positifs par irradiation de l'aluminium ou du bore par des rayons alpha. Dès le début de 1934, ils donnaient de ce phénomène l'interprétation exacte montrant que l'émission des électrons positifs était différée et se faisait suivant une loi exponentielle ; ils prouvaient chimiquement que cette émission venait d'isotopes non connus du phosphore et de l'azote, isotopes radioactifs : la radioactivité artificielle état découverte.

L'identification des radioéléments artificiels se faisait alors à un rythme accéléré, et pour les produire par réaction nucléaire, le neutron s'était révélé un projectile de choix ; en effet, aucun champ électrique répulsif ne l'empêche d'approcher le noyau cible. Or, parmi les radioéléments ainsi fournis par irradiation de l'uranium par les neutrons, certains semblaient se placer dans la classification périodique des éléments au-delà de l'uranium ; en fait, il n'en était rien ; les chimistes Hahn et Strassmann montrèrent, en 1939, qu'ils se placent vers le milieu de cette classification et qu'ils sont obtenus par cassure en deux, par fission du noyau d'uranium. Comme cette fission s'accompagne de l'émission de plusieurs neutrons, une réaction en chaîne est possible ; la voie était ouverte pour une utilisation pratique de l'énergie nucléaire.

S'il n'y a pas de doute que les noyaux sont bien constitués de nucléons, en désignant sous ce même vocable neutrons et protons, quel est donc le ciment qui les lie ? Ce sont les forces nucléaires, forces d'un type nouveau. De même que le photon est associé au champ électromagnétique, il doit de même exister une particule associée au champ de ces forces nucléaires, et, dès 1935, en s'appuyant sur l'équation d'onde de la mécanique ondulatoire et sur la portée des forces nucléaires qui est de l'ordre de la dimension des noyaux, c'est-à-dire 10^{-13} centimètres, Yukawa avait prédit pour cette particule une masse de l'ordre de 200 fois celle de l'électron ; on sait maintenant que cette particule est le

méson pi découvert en 1947 par Powell dans le rayonnement cosmique.

A l'arsenal des particules nécessaires pour la compréhension du noyau s'ajoute le neutrino. Cette particule pratiquement indétectable, de charge et de masse nulles, a été introduite en 1934 par Pauli puis par Fermi dans la théorie de la radioactivité bêta, expliquant ainsi la perte d'une certaine quantité d'énergie et d'impulsion, non emmenées par l'électron et libérées lors de la désintégration du noyau.

Pour terminer cet historique très rapide sur la physique nucléaire, il faut ajouter que ces dernières années ont permis une connaissance de plus en plus précise des noyaux et de leurs niveaux excités et ceci tant par l'étude des rayonnements émis lors des désintégrations radioactives que par le moyen des réactions nucléaires et des phénomènes où intervient le moment magnétique des noyaux.

Le lecteur est peut-être surpris que n'aient pas été mentionnées les admirables découvertes récentes des nombreux mésons et hypérons ; cette nouvelle partie de la physique, que l'on peut appeler physique des particules élémentaires, se distingue en effet de la physique nucléaire proprement dite. Lorsqu'un proton d'une énergie suffisante, mettons, pour fixer les idées, à partir de quelques centaines de millions d'électron-volts, interagit avec un noyau, l'interaction n'a plus lieu avec le noyau considéré comme un tout, mais individuellement avec l'un des nucléons qui le constituent ; et si, dans un domaine intermédiaire, l'étude de ces réactions nucléaires particulières peut encore nous renseigner utilement sur le noyau, il n'en sera généralement plus de même pour les énergies élevées du projectile ; dans ce dernier cas, la structure et le type du noyau cible n'interviennent pas plus que n'intervient dans la radioactivité du radium, par exemple, la structure ou l'espèce de la molécule contenant l'atome de radium. Il ne faudrait pas, bien entendu, en conclure que physique nucléaire et physique des particules élémentaires soient indépendantes ; la meilleure preuve en est la découverte, faite dans le domaine des mésons en 1956 par Kang et Lee, de la non-conservation de la parité, découverte théorique dont la vérification expérimentale fut faite dans le domaine de la radioactivité bêta.

***

Ayant aperçu quelques propriétés du noyau atomique au cours de cet exposé historique des découvertes les plus importantes, nous allons maintenant essayer de dégager les caractères principaux de ce noyau patiemment étudié par un nombre important de chercheurs à travers le monde.

Pris comme un tout, le noyau présente un certain nombre de caractéristiques fondamentales :

a) d'abord la charge électrique positive qui vaut Z fois la charge élémentaire ; Z appelé « nombre atomique » est aussi le numéro de la case de l'élément chimique dans la classification de Mendeleieff ;

b) ensuite, la masse, connue dans certains cas avec 7 ou 8 chiffres significatifs, est mesurée soit par la méthode directe de spectrographie de masse, soit par les bilans d'énergie obtenus dans les désintégrations radioactives ou les réactions nucléaires en utilisant la formule d'Einstein, $E = mc^2$, d'équivalence entre masse et énergie ;

c) le noyau étant en première approximation très voisin d'une sphère, la valeur de son rayon est aussi une caractéristique globale. De même que le volume d'un liquide est proportionnel à sa masse, les molécules y étant jointives, de même le rayon du noyau prend la valeur $r_0 A^{1/3}$, r_0 étant le rayon élémentaire du nucléon et A le nombre des nucléons constituants ; r_0 est égal à $1{,}2 . 10^{-13}$ cm. En deuxième approximation, nous verrons plus loin que le noyau n'est pas toujours rigoureusement sphérique. D'autre part, de légers désaccords existent parfois entre les diverses déterminations de r_0 ; il n'y a là rien d'étonnant, la définition précise du rayon dépendant en fait des propriétés physiques utilisées dans la mesure ;

d) un noyau, comme un atome ou un électron, possède aussi un moment angulaire, de valeur

$$\sqrt{I\,(I+1)}\ \frac{h}{2\,\pi}$$

I étant un nombre quantique entier ou demi-entier appelé « spin » du noyau. Comme dans le cas de l'atome, il est associé à ce moment angulaire du noyau un moment magnétique ;

e) une dernière caractéristique globale du noyau est sa parité qui est une propriété de la fonction d'onde. On dit que la parité est + ou — suivant que cette fonction d'onde est paire ou impaire lors d'un renversement des axes de coordonnées dans l'espace.

Essayons maintenant de jeter un premier coup d'œil sur la constitution du noyau atomique. Nous avons dit qu'il était constitué de neutrons et de protons et qu'une caractéristique du noyau était son défaut de masse, c'est-à-dire la différence entre la masse des A nucléons le constituant et sa masse elle-même. Pour les noyaux stables existants, une relation lie les nombres A et Z ; les nombres Z de protons et (A-Z) de neutrons étant égaux ou très voisins pour les éléments légers, alors que le nombre de neutrons excède de plus en plus le nombre de protons pour les éléments de plus en plus lourds. Tous ces faits, traduisant la

stabilité des noyaux, sont très bien expliqués en première approximation par une formule semi-empirique où la masse du noyau s'exprime en fonction des masses du proton et du neutron, des nombres A et Z et de quelques paramètres ajustés expérimentalement. L'établissement de cette formule semi-empirique de la masse s'obtient à l'aide de quelques hypothèses simples traduisant les propriétés les plus évidentes des forces nucléaires ; on tient compte du caractère attractif à court rayon d'action de ces forces et de leurs propriétés de saturation analogues à celles des forces d'échanges qui lient les atomes dans une molécule ; on tient compte aussi de la répulsion coulombienne des protons. Le modèle choisi ici pour le noyau est celui de la goutte liquide, volume de matière incompressible à densité constante.

Les forces entre nucléons étant liées à un échange de particules chargées, les mésons présentent, comme nous venons de le voir, les caractères des forces de ce type. Nous ne connaissons pas en fait le formalisme mathématique traduisant toutes les propriétés de ces forces. Nous savons cependant, par l'étude de certains noyaux simples comme le deuteron, ou par les expériences de diffusion, que les forces entre deux nucléons dépendent par exemple de l'état singulet ou de l'état triplet de ceux-ci, et même certains résultats expérimentaux ne s'expliquent pas par des forces centrales, mais nécessitent des forces tensorielles qui dépendent de l'orientation des spins des deux nucléons par rapport à la droite joignant les centres de ces nucléons.

Une propriété essentielle des forces nucléaires réside dans le fait qu'elles ne dépendent pas de l'aspect protonique ou neutronique des nucléons. On est ainsi amené à définir pour chaque nucléon un vecteur appelé spin isotopique défini par le nombre quantique 1/2 et situé dans un espace fictif ; les deux valeurs possibles de la projection de ce vecteur sur un axe donné de cet espace fictif correspondent aux deux aspects protonique et neutronique du nucléon. L'intérêt de la notion de spin isotopique vient de la composition dans cet espace des vecteurs correspondant à plusieurs nucléons ; l'indépendance de charge entraîne le fait que les règles ordinaires en mécanique quantique de la composition des vecteurs sont ici valables. C'est ainsi que pour un noyau dans son état stable ou dans un de ses états excités, s'ajoute au spin et à la parité une caractéristique supplémentaire qui est le spin isotopique, nombre quantique caractérisant, dans l'état considéré, le vecteur résultant de la composition des spins isotopiques de tous les nucléons constituant le noyau. La notion de spin isotopique revêt aussi une grande importance en physique des particules fondamentales où elle s'applique aussi aux mésons pi et aux hypérons.

L'étude des désintégrations spontanées des noyaux est d'une grande importance en physique nucléaire, et nous avons vu que c'est par la radioactivité des éléments naturels qu'elle a histori-

quement commencé. Les mesures expérimentales portent sur les périodes de désintégration, l'énergie des rayonnements alpha, bêta ou gamma et, éventuellement, sur les corrélations angulaires entre rayonnements émis simultanément. Une première désintégration peut laisser le noyau résiduel dans un état excité qui se désintègrera à son tour par émission d'un rayonnement gamma ; ce dernier processus peut se produire plusieurs fois de suite et certaines désintégration peuvent se faire de différentes façons ; si on ajoute à cela le fait que le rayonnement gamma est dans une certaine mesure converti dans les couches électroniques de l'atome, donnant lieu ainsi à l'émission d'une raie monocinétique d'électrons et que ces trous créés dans le cortège électronique entraînent un réarrangement de celui-ci avec émission de rayons X et d'électrons Auger, on conçoit combien est lourd l'immense travail expérimental en cours consistant à clarifier les schémas de désintégrations radioactives.

Lors d'une désintégration bêta, une quantité constante d'énergie est divisée entre le neutrino et l'électron, ce dernier ayant ainsi un spectre continu d'énergie. La théorie de ce processus ressemble à celle de l'émission d'un photon par un atome excité ; le fait que les vies moyennes des désintégrations bêta soient toujours très grandes vis-à-vis de la période des mouvements internes dans le noyau qui se situe autour de 10^{-20} seconde, signifie que les probabilités de désintégration sont faibles et que l'interaction entre le champ électron-neutrino et le noyau est faible ; on peut ainsi traiter le problème par la méthode des perturbations ; celle-ci fait intervenir dans l'expression des probabilités de désintégration un élément de matrice d'interaction où figurent les fonctons d'onde initiale et finale du système complet et l'opérateur hamiltonien H décrivant l'énergie faible d'interaction entre le noyau et le champ électron-neutrino. Malheureusement, ces fonctions d'onde et cet hamiltonien ne sont pas connus ; le problème ne peut être résolu qu'en prenant pour l'hamiltonien une forme la plus simple possible, mais arbitraire ; les éléments de matrice d'interaction doivent cependant être invariants dans une transformation de Lorentz sur les quatre coordonnées d'espace-temps ; cette condition d'invariante permet de distinguer ainsi *a priori* cinq champs de caractère tensoriel bien déterminé, et ce n'est que la comparaison avec les données expérimentales qui permet de déterminer quels sont les champs qui agissent effectivement. Nous avons dit que cette théorie ressemblait d'une façon formelle à celle de l'émission d'un photon par un atome excité, mais dans ce cas, l'hamiltonien décrivant l'énergie d'interaction entre électron et champ électromagnétique est parfaitement connu. Il est instructif de remarquer que la mécanique relativiste est née à partir de considérations sur la propagation d'une onde électromagnétique et les transformations de Lorentz à partir du fait qu'elles rendaient invariantes les équations de Maxwell régissant la propagation de ces ondes. Dans

la théorie du processus nucléaire, c'est le cheminement inverse qui a lieu ; on part du postulat, d'ailleurs vérifié par ses conséquences, que la mécanique quantique relativiste est applicable et on en tire des conditions d'invariance qui limitent les formes possibles de l'hamiltonien correspondant à des forces d'interaction dont on ignore *a priori* à qu'elles équations mathématiques elles obéissent.

Après avoir envisagé ces interactions faibles entre le noyau et le champ électron-neutrino intervenant dans la radioactivité bêta, nous allons revenir aux forces entre nucléons qui, nous l'avons vu, sont responsables de la stabilité des noyaux et qui portent le nom d'interactions fortes. Ces forces qui lient les nucléons entre eux dans un noyau sont celles qui interviennent lorsqu'un projectile incident, comme un proton ou un neutron, par exemple, frappe un noyau cible, pour donner par transmutation l'émission d'une autre particule et d'un noyau résiduel différent. Tous les processus de ce genre groupés sous le nom de réactions nucléaires constituent en physique nucléaire un moyen d'investigations aussi vaste que l'étude des désintégrations spontanées dont nous venons de parler. Les états initiaux et finaux d'une réaction nucléaire étant constitués par des particules en mouvement uniforme, les lois générales de la mécanique imposent naturellement une conservation de l'énergie totale, de la somme des impulsions et des moments angulaires, mais la prévision détaillée de l'état final nécessite la connaissance des forces nucléaires mises en jeu lors de la collision. Puisque l'expression mathématique de ces forces n'est pas connue, il faut, dans le cadre de la mécanique quantique, établir des modèles arbitraires compatibles avec les données déjà acquises sur les forces nucléaires. Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, d'interpréter tous les faits connus par un seul modèle de noyau et un seul type d'interaction ; l'explication d'un groupe donné de phénomènes nécessite parfois que l'on fasse appel à un modèle particulier. Ces modèles différents sont même parfois contradictoires et ceci traduit non seulement la complexité des choses, mais aussi notre ignorance momentanée. Toute acquisition nouvelle faite au laboratoire nécessite un perfectionnement du modèle théorique, suggérant à son tour une nouvelle vérification expérimentale.

Le modèle du noyau composé revient à admettre que le projectile pénètre dans le noyau cible, créant ainsi un noyau composé fortement excité dont la durée de vie, très longue par rapport aux périodes des mouvements des nucléons internes, est pratiquement nulle à l'échelle expérimentale ; la désintégration de ce noyau composé amène alors les particules résiduelles dans l'état final de la réaction. Dans un autre cas, valable lorsque la particule incidente est un deutéron constitué d'un neutron et d'un proton, celui-ci ne pénètre pas dans le noyau cible, mais est désintégré à son voisinage, l'une des particules, le neutron, par

exemple, pénétrant dans la cible pour donner un noyau résiduel et l'autre particule, le proton, quittant la cible animé d'un nouveau mouvement uniforme. Ce modèle a été suggéré par des résultats expérimentaux inexplicables par le modèle du noyau composé. Un autre modèle d'interaction directe envisage dans le noyau cible l'existence d'un nucléon moins lié que les autres avec lequel la particule incidente interagira directement.

Pour expliciter mathématiquement la forme que le noyau cible de rayon R exerce par exemple sur un neutron incident, la solution la plus simple consiste à dire que pour une distance entre le neutron et le centre du noyau supérieur à R, aucune force d'interaction n'existe et que pour une distance inférieure à R, la force résulte d'un potentiel constant négatif ; ce puits carré de potentiel rendant compte d'une force attractive à court rayon d'action illustre bien le genre d'hypothèse arbitraire, mais simple, que l'on est amené à poser. Bien entendu, des formes plus élaborées du puits de potentiel ont été admises pour expliquer certains résultats expérimentaux, mais bien souvent, la prévision théorique est fort peu sensible à la forme précise du puits de potentiel, et la forme carrée est suffisante en première approximation. Une autre théorie, aussi ancienne que celle du noyau composé, rend bien compte des raisonances aiguës qui se produisent pour certaines valeurs privilégiées de l'énergie cinétique de la particule incidente. Par analogie, avec l'optique, le modèle du noyau composé correspond au cas d'une boule opaque qui absorbe totalement un faisceau de lumière incidente, cette absorption correspond dans le processus nucléaire à la formation du noyau composé ; au contraire, la théorie des résonances est analogue à une boule de cristal transparente qui fournit par interférence des maxima et des minima prononcés dans la diffusion de la lumière lorsque celle-ci a une longueur d'onde comparable avec les dimensions de la boule ; la variation brusque du potentiel sur les bords du puits fournit en mécanique ondulatoire pour la particule incidente des effets analogues à ceux fournis par la transition air-cristal en optique. Un perfectionnement important et récent du puits de potentiel de profondeur V_0 a consisté à remplacer dans l'équation d'onde du système la valeur réelle V_0 par une valeur complexe $V_0 (1 + i \zeta)$, le terme complexe traduisant une absorption de l'onde associée au corpuscule incident, autrement dit, une certaine probabilité de formation d'un noyau composé ; l'équivalent optique de ce modèle est une boule de cristal opale définie, en plus de son indice de réfraction, par un coefficient d'absorption, ces deux paramètres jouant le rôle de V_0 et ζ dans le puits de potentiel complexe. Pour obtenir un meilleur accord avec l'expérience, il s'est aussi révélé nécessaire d'introduire dans l'expression du potentiel d'interaction entre particule incidente et noyau un terme faisant apparaître un couplage entre le moment angulaire intrinsèque de la particule incidente et le moment par rapport au centre du noyau de sa quantité de mouvement. L'existence de ce terme

de couplage impose, pour une particule ayant par exemple son spin dirigé verticalement vers le haut, une probabilité de diffusion dans un plan horizontal différente à droite de ce qu'elle serait à ganche. Un faisceau de particules ayant ainsi un spin dans une direction donnée constitue un faisceau de particules polarisées, et c'est une voie prometteuse dans les années à venir qui s'ouvre par l'emploi de ces faisceaux polarisés que physiciens et techniciens s'efforcent, à l'heure actuelle, de produire.

Si les désintégrations spontanées du noyau et les réactions nucléaires doivent être expliquées dans leurs processus mêmes par la théorie, elles fournissent également un ensemble important de données caractérisant les niveaux stables ou excités des noyaux ; ces données relatives à l'énergie du niveau, à son spin, à sa parité, parfois à son spin isotopique, doivent être expliquées par les théories relatives à la structure des noyaux. Là encore il est fait appel à des modèles variés, chaque modèle s'adaptant à un type particulier de noyaux et de phénomènes. Nous avons déjà dit quelques mots du modèle de la goutte liquide où les nucléons constituant le noyau sont assimilés aux molécules d'une goutte liquide, modèle qui rend bien compte de la stabilité des noyaux en fonction de leur charge Z et du nombre A de leurs nucléons. Ce modèle est aussi bien adapté pour expliquer la fission de l'uranium par bombardement des neutrons, le noyau étant alors assimilable à une goutte sphérique qui, entrant en vibration, s'allonge pour, finalement, se scinder en deux. Il ne faut évidemment pas attendre d'un modèle aussi grossier qu'il rende compte des particularités se présentant pour certaines valeurs de A et Z.

Très différent est le modèle à particules indépendantes fondé sur l'hypothèse que chaque nucléon se meut indépendamment des autres dans un champ de potentiel remplaçant en moyenne les interactions avec tous les autres nucléons. Cette méthode est parfaitement justifiée dans le cas des atomes où l'on peut considérer chaque électron comme se mouvant dans un champ de force central commun, la différence entre l'action des forces réelles et celle de ce champ commun se traitant dans la théorie comme une perturbation ; malheureusement dans le noyau, les interactions entre nucléons sont trop fortes pour pouvoir se résumer dans un champ commun et les succès de ce modèle sont assez faibles. Dans le cas de l'atome, le couplage entre le moment magnétique de l'électron périphérique et le champ magnétique dû au mouvement relatif du noyau et de l'électron explique parfaitement le dédoublement de la raie jaune du sodium par exemple. Il est assez remarquable qu'un couplage spin-orbite analogue dans le cas du noyau, couplage que nous avons d'ailleurs déjà mentionné à propos des réactions nucléaires, ait considérablement amélioré les prévisions du modèle à particules indépendantes, en changeant la répartition des niveaux et en faisant apparaître des couches, qui, lorsqu'elles sont saturées, fournissent des noyaux avec des pro-

priétés particulières en bon accord avec l'expérience ; à ces noyaux correspondent dans l'atome les gaz rares avec leurs couches saturées d'électrons. Si ce modèle est mal adapté pour rendre compte de la structure des noyaux dont les couches sont seulement à moitié remplies, il n'en est pas moins surprenant qu'il rende aussi bien compte des propriétés des noyaux au voisinage des couches saturées, car la notion elle-même de couches meublées par des particules indépendantes, celles-ci gardant ainsi pendant un certain temps une trajectoire définie, est en contradiction apparente avec ce que nous savons des forces nucléaires à court rayon d'action ayant au moins partiellement le caractère des forces d'échange.

Parmi les niveaux excités les plus bas des noyaux, il en est certains qui s'expliquent bien par une rotation ou une vibration collective de la matière nucléaire ; il ne s'agit d'ailleurs pas d'une rotation rigide comme celle d'un corps solide, ce qui conduirait pour les premiers niveaux excités à un rapprochement beaucoup plus important que celui expérimentalement constaté, mais d'une rotation avec déformation analogue à celle d'un liquide enfermé par exemple dans un ellipsoïde de révolution tournant autour de son centre. C'est ainsi que pour les noyaux éloignés des couches saturées et ayant un nombre pair de protons et de neutrons, les propriétés des deux premiers niveaux excités de spin 2 et de parité + s'expliquent dans une certaine mesure par le fait que ces noyaux ont une déformation d'équilibre permanente correspondant à une forme ellipsoïdale non nécessairement à symétrie axiale et effectuant des mouvements de rotation.

La diversité de ces modèles, que nous n'avons pas tous mentionnés et qui rendent compte chacun de certains faits expérimentaux, sont évidemment des approximations rendues nécessaires par la complexité de la matière nucléaire, mais le manque de formulation précise pour traduire les forces nucléaires rend les recherches théoriques encore plus tâtonnantes et plus disparates. Sous ce rapport, un fait précis illustre bien la différence entre nos connaissances sur l'atome et sur le noyau : l'électron, constituant de l'atome, a un moment magnétique bien expliqué par la théorie de Dirac ; de plus, c'est un succès important de la théorie quantique des champs que l'explication de la valeur anormale de ce moment magnétique en réalité très légèrement différent de la valeur prévue par cette théorie de Dirac ; par contre, dans le cas du noyau, le proton et le neutron ont des moments magnétiques expérimentalement connus avec cinq chiffres significatifs ; ces moments sont très différents de ceux prévus par la théorie de Dirac et la théorie quantique des champs nucléaires est à l'heure actuelle incapable de les expliquer quantativement.

⁂

Dans l'introduction de cet exposé, j'ai rappelé les dernières préoccupations, un mois avant sa mort, de Frédéric Joliot-Curie sur les conditions actuelles du travail dans les laboratoires. Il remarquait la différence entre la petitesse des moyens à la disposition des physiciens nucléaires autour des années 1930 et l'importance, la complexité, le prix des accélérateurs et des installations actuelles ; notant alors que le chercheur « sent sa responsabilité fortement engagée pour entreprendre un travail », il craignait que celui-ci n'expérimente plus « pour voir », que sa mentalité s'éloigne de celle d'un artiste et que se tarisse ainsi une source de découvertes.

Une conséquence de ce passage à l'échelle industrielle des moyens de recherche est la nécessité absolue du travail en équiques ; c'est ainsi que les compétences réunies de physiciens et techniciens spécialisés fournissent les conditions indispensables à l'aboutissement d'une expérience. Cette collaboration intime des hommes de laboratoire est, sans aucun doute, enrichissante sur le plan humain, mais il est indispensable que sur le plan scientifique, elle n'étouffe pas les qualités propres de chacun. D'un contact et d'un échange permanent d'idées, d'une mise en commun de connaissances variées qui se complètent, doit naître un meilleur rendement, mais il n'est pas possible de savoir si les initiatives décisives, les idées originales sortiront plus nombreuses d'une telle collaboration. S'appliquent-elles aussi à la recherche expérimentale ces lignes que Louis de Broglie écrivait tout récemment à propos du domaine théorique ? « Les plus grandes découvertes dans ce domaine ont été faites dans le secret d'une pensée vigoureuse. Il en a été ainsi dans le passé : tout me porte à croire qu'il en sera de même dans l'avenir. »

Là où cette nécessaire collaboration, ce travail en équipes est le plus difficile, c'est entre chercheurs, théoriciens et expérimentateurs ; la complexité, d'une part des méthodes mathématiques, d'autre part des techniques utilisées, la diversité aussi des points de vue tendent à les séparer ; il faut, pour qu'une communion s'établisse, un effort mutuel, l'expérimentateur connaissant bien les grandes lignes de la théorie, le théoricien traduisant symboles et idées abstraites en images accessibles ou en expériences concrètes et réalisables.

Pour vaincre toutes ces difficultés nées de la complexité des méthodes et des techniques, il faut que les chercheurs assimilent ces conditions nouvelles, s'adaptent. « Il nous faut », disait Louis Leprince-Ringuet, il y a un an au Collège de France, « faire un effort d'imagination et tâcher de trouver, conformément à notre tradition européenne, des méthodes associant des moyens plus simples à une réflexion très élaborée ». Et Frédéric Joliot-Curie écrivait : « Il me semble indispensable d'être conscient de ces dangers et de trouver les conditions d'utilisation de l'équipement qui n'étoufferont pas la personnalité du chercheur. On ne peut faire œuvre originale à la chaîne. »



(Suite de la page 272)

CLERMONT-FERRAND. — M. LAPALUS (Louis), Doyen de la Faculté des Lettres de Dijon, est nommé Recteur.

MM. AVAN et CHAMPAGNAT, MdC, sont nommés titulaires des chaires de Physique expérimentale et de Physiologie végétale.

GRENOBLE. — M. LAMBERT, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Mathématiques.

M. ROBERT (André), est nommé MdC de Chimie (Ecole de Papeterie).

LYON. — M. LOUIS (Pierre), Recteur de l'Académie de Clermont-Ferrand, est nommé Recteur de Lyon en remplacement de M. Allix, retraité.

MM. JAFFARD et CUEILLERON, MdC, sont nommés titulaires des chaires de Méthodes mathématiques de Physique et de Chimie.

M. GAUTHIER (Jean), est titularisé dans ses fonctions de MdC de Chimie SPCN.

LILLE. — MM. MARTINOT-LAGARDE et DELATTRE, MdC, sont nommés titulaires des chaires de Mécanique des fluides et de Géologie.

MARSEILLE. — M. ABELOOS est nommé titulaire de la chaire de Biologie générale.

MONTPELLIER. — M. KAHANE (Ernest), MdC, est nommé titulaire de la chaire de Chimie biologique.

M. LAURENT (Pierre), est nommé Professeur TTP de Chimie et détaché dans le cadre de l'Enseignement Supérieur à l'étranger.

NANCY. — M. EMBS (Paul), Professeur à la Faculté des Lettres de Strasbourg, est nommé Recteur.

NANCY (Pharmacie). — M. le Professeur KAYSER est nommé à nouveau Doyen.

POITIERS. — MM. YVERNAULT, ROSENBERG et RIVAULT, MdC, sont nommés titulaires des chaires de Chimie, de Chimie biologique et de Physique.

REIMS. — Mme LEVY-BRUHL et M. DUPEYRAT sont nommés MdC.

RENNES. — M. PELTIER, MdC, est nommé titulaire de la chaire de Chimie.

TOULOUSE. — MM. BLANC (Daniel), GARDY et LAGASSE, MdC, sont nommés titulaires des chaires de Physique nucléaire, Génie chimique et Electrotechnique.

Mme VERNET-CORNUBERT est nommée MdC de Biologie animale SPCN.

COLLEGES SCIENTIFIQUES. — Il est créé 4 collèges scientifiques à Chambéry, Le Mans, Orléans et Saint-Etienne. L'ouverture des deux premiers aura lieu au début de l'année universitaire 1960-61.

Reproduction cinématographique et télévisée de la motrice viscérale

Confrontations radio-endo-cinématographiques

par M. et J.-Y. NOIX (Paris).

Les solutions pratiques apportées à ces problèmes sont relativement récentes puisque c'est vers 1955 que furent appliquées aux malades des techniques qui étaient auparavant dans le domaine du laboratoire.

La physiologie motrice des organes a toujours constitué une branche particulièrement captivante de nos connaissances, mais l'exploration *in vivo* était difficile avant l'ère radiologique et notre documentation était limitée aux résultats obtenus au cours des recherches expérimentales chez l'animal et aux constatations des chirurgiens chez l'homme.

Notre pratique de la Radiocinématographie et de la Télévision radiologique, la possibilité que nous avons eue de suivre et d'assister aux progrès du cinéma endoscopique nous ont fait apparaître l'intérêt que pouvait avoir pour l'avancement des sciences médicales la confrontation des résultats radio et endo-cinématographiques qui sont l'objet de cet exposé.

Historique et possibilités de l'étude de la motricité viscérale

Gallien pratiqua la vivisection il y a vingt siècles, plus près de nous, Carrel put enregistrer les contractions des cavités cardiaques d'un organe placé dans des solutions nutritives et Deneke déclencha à nouveau les contractions d'un cœur chez un supplicié 20 minutes après sa mort. Vers 1855, Vierhordt et G. Lydwig étudièrent le mécanisme dynamique de la respiration, mais c'est le physiologiste français J. Marey qui, en apportant la méthode graphique, pu donner un essor nouveau à ces recherches. En effet, si le mouvement lui même ne pouvait être constaté directement, il était possible de l'étudier en lui substituant des éléments précis comme les variations de pression en fonction du temps, système utilisé encore actuellement dans les mesures manométriques dont on peut déduire les deux constantes d'un mouvement : le rythme et l'emplitude.

Vers 1895, l'avènement du cinéma faisait entrevoir de grandes possibilités, non seulement pour l'étude analytique de la motricité organique, mais encore pour sa reproduction sur un écran.

On envisagea rapidement tout ce que l'on pouvait tirer des avantages que donnait le cinéma par les modifications de la fréquence du rythme dans l'étude des mouvements : trop rapides, trop lents ou encore de trop faible amplitude pour les possibilités de notre vision.

Deux grands procédés d'exploration se développèrent rapidement : la radiologie, grâce aux procédés d'opacification viscérale, et l'endoscopie qui permettait d'atteindre les organes par les voies naturelles et par la voie transpéritonéale.

Le film qui sera présenté abordera ces différentes voies d'investigation viscérale et permettra une confrontation des résultats, tel qu'il est possible actuellement de les reproduire par le cinéma.

Exploration visuelle des organes

Au cours des interventions abdominales, les chirurgiens sont témoins des mouvements viscéraux qu'ils peuvent d'ailleurs déclencher *in vivo* par de petites excitations : les contractions de l'antre gastrique, le péristaltisme du grêle, la motricité pyélique leur sont bien connus tandis que d'autres organes leur paraissent immobiles comme l'appendice, la vésicule, les trompes utérines, etc...

Les moyens d'investigation modernes ont permis de constater visuellement ces mouvements : ce sont les procédés endoscopiques et les Rayons X.

L'endoscopie.

L'endoscopie groupe un certain nombre de techniques dirigées chacune vers l'examen de tel ou tel organe, mais qui relève en fait d'un même principe et utilise des appareillages qui ne diffèrent que pour obtenir une meilleure adaptation. Ces explorations sont habituellement délicates et demandent de la part des opérateurs une grande habileté manuelle.

1) *Les voies d'accès :*

Les voies d'accès utilisées sont les conduits naturels ou la voie transpéritonéale. Cette dernière étant associée au pneumopéritoine. On considérera donc les examens suivants.

a) par les conduits naturels :

— la laryngoscopie et la bronchoscopie pour les voies respiratoires ;

— l'œsophagoscopie et la gastroscopie pour les voies digestives supérieures ;

— la recto-sigmoïdoscopie pour le tube digestif pelvien ;

— l'urétroscopie et la cystoscopie pour l'appareil urinaire ;

— la colposcopie pour le col utérin ;

b) par la voie transpéritonéale : elle est destinée à certains organes qui ne peuvent être atteints par les voies naturelles.

La cœlioscopie et la laparoscopie sont des techniques d'examen voisines. Elles consistent à examiner l'intérieur de la cavité abdominale après l'injection de gaz carbonique facilement résorbable et l'introduction d'un explorateur par un orifice artificiel pratiqué par l'incision de la paroi.

2) *Historique de ces examens :*

Cette voie d'accès semble être la plus ancienne puisqu'elle fut utilisée en 1901 par Kelling et Jacobeus pour l'examen des des organes du petit bassin.

Une exploration photographique de l'estomac avait été réalisée en 1898 par Lang et Meltzung, mais il ne s'agissait encore que d'un examen combiné de gastroscopie photographique dont le premier essai satisfaisant dont être attribué à Henning Geolf et Keilack, vers 1931, avec le gastroscope rigide abandonné en raison de ses dangers et remplacé depuis par le gastroscope semi-flexible de Wolf Schindler.

La reprise photographique des vues endoscopiques fut la première réalisée et nous rappellerons les appareils historiques utilisés dans ce but :

— l'endoscope de Desormeaux, 1893 ;

— le cystoscope photographique de Gentille en 1914 et celui celui du Pr. Chauvin en 1930. Mais les images étaient médiocres et c'est Holinger, de Chicago, qui présenta en 1941 les meilleures photographies endobronchiques et endo-œsophagiennes prises grâce au matériel qu'il avait mis au point avec Brubaker.

3) *Le cinéma endoscopique :*

C'est de ce dernier instrument que dérivèrent la plupart des appareils utilisés ensuite pour le cinéma endoscopique.

a) But du cinéma endoscopique : la reprise filmée d'un examen endoscopique peut être envisagée pour le reproduire sur un écran, en vue d'une étude collective ou dans un but d'enseignement :

— dans le premier cas il est souvent utile de projeter le film à différents régimes et même image par image pour rechercher ou étudier les détails d'une lésion ;

— dans le second cas, le film est destiné à montrer un mouvement connu en reproduisant aussi fidèlement que possible la cinématique organique.

b) Difficultés du problème et moyen de le résoudre : le film peut être pris en noir et blanc ou en couleur à des rythmes variés.

Les principales difficultés concernaient l'éclairage de l'objet par rapport à la sensibilité des émulsions et la nécessité de surveiller l'image pendant la prise de vue :

α) le matériel endoscopique doit permettre de résoudre le problème de l'éclairage en surmontant les deux difficultés majeures qui sont le transport de la lumière au niveau de la région à examiner et le retour de l'image. Les endoscopes de Brubaker, Holinger, d'Arruda Botelho, de Cardiew, etc., utilisent la lumière issue d'une source extérieure à l'organe. Elle est projetée sur la muqueuse par un système à miroir. On adapte à ces appareils des tubes variés pouvant être utilisés pour l'examen d'organes divers. Les endoscopes de Calame, de Fourès, de Grappe, etc., sont au contraire à éclairage distal, c'est-à-dire que la source de lumière est placée au voisinage de l'organe. Elle est constituée soit par des lampes à incandescence survoltées, soit par des tubes électroniques flasch synchronisés avec l'obturateur. Dans ce groupe entre le gastroscope de Ch. Debray et Housset qui a permis à ces auteurs de réaliser en 1955 le premier film endogastrique.

L'effet Joule au niveau des lampes survoltées doit limiter la prise de vue à 30 secondes, le transport de l'image dans le gastroscope flexible est obtenu par un système optique de 52 éléments, dont 34 sont dans la partie souple.

C'est pour vaincre plus facilement ces difficultés que Fourestier, Gladu et Vulmière réalisèrent un endoscope universel à lumière proximale, non réfléchie, mais transmise : la source étant extérieure, l'émission lumineuse est très intense (70 Watts avec un filament spiralé de 2 mm de côté pouvant être survolté) et les rayons lumineux, après passage dans un condensateur et à travers un verre catathermique absorbant la chaleur, sont conduits par une baguette de quartz au niveau de la muqueuse située à quelques millimètres du tube. Elle est alors soumise à un éclairement de 400 000 lux. Ces endoscopes sont évidemment rigides, ils peuvent cependant être utilisés pour l'œsophagoscopie par l'adaptation d'un tube protecteur flexible en matière plastique. Le laparoscope de Pergola est aussi un dérivé de ces systèmes.

Les systèmes optiques, placés dans le tube endoscopique associé à l'oculaire, sont réglés sur 0 m 50, l'orifice de sortie de 2 mm de diamètre limite l'ouverture utile des objectifs de l'appareil de prise de vue mais autorise une importante profondeur de champ.

β) La sensibilité des émulsions : le cinéma en noir et blanc permet, avec les émulsions actuelles à grande sensibilité un

éclairement très modéré, mais, à la projection la reproduction de la muqueuse et de ses anomalies offrent un aspect très différent de celui auquel on est habitué dans les examens endoscopiques, aussi seul le film en couleur est valable en endoscopie.

Les émulsions Kodachrome de 10 ASA auxquelles on était obligatoirement lié il y a cinq ans, étaient à la limite des possibilités cinématographiques. L'image ne pouvait être obtenue qu'en dimensions réduites, alors qu'il est habituel en cinéma scientifique de couvrir entièrement le format de 16 mm.

Le problème semble résolu depuis peu par la mise sur le marché des Super-Anschochrome 100 ASA que le développement peut porter à 400 ASA et les Ektachrome 125 ASA en lumière artificielle qui peuvent être développés par les usagers eux-mêmes.

δ) La surveillance de l'image au cours de la prise de vue : elle dépend uniquement du type de caméra de prise de vue utilisé. Pour ne pas travailler en aveugle une caméra à visée réflexe est donc indispensable. Avec les anciennes émulsions lentes, seul le format de 8 mm permettait d'obtenir une image, et encore la fallait-il très réduite par l'emploi de petites focales. Actuellement, grâce aux émulsions rapides, le cinéma endoscopique en couleur avec une caméra de 16 mm ne pose plus de problème, il est possible en 35 mm. Dans ce format, il existe de multiples caméras à visée réflexe.

L'ouverture des objectifs importe peu puisque les limites exiguës imposées par les tubes endoscopiques à la voie de retour de l'image, ne permettent pas d'atteindre une ouverture utile supérieure à F8.

La vitesse des prises de vue est aussi très importante, on peut en la réduisant avoir plus de lumière sur l'émulsion et obtenir en même temps un accéléré à la projection. Le ralenti qui nécessite des prises de vues très rapides, permet une meilleure analyse du mouvement mais il demande un éclairement maximum.

4) *Résultats du cinéma endoscopique dans l'étude des organes en mouvements :*

Les voies d'accès endo-organiques étant restreintes, le cinéma endoscopique aura, dans l'étude de la motricité viscérale, des indications limitées. Cependant, certaines constatations sont riches en enseignements. Les confrontations Radio-endo-cinématographiques doivent aboutir à une connaissance plus complète du péristaltisme et de la contractibilité viscérale. Notre expérience personnelle, étendue en radiocinéma, est beaucoup plus limitée en endocinématographie. Cependant, en 1957, nous avons pu adapter notre matériel personnel à plusieurs endoscopes et collaborer à un certain nombre de prises de vue. Certaines n'ont été insuffisantes qu'en raison des émulsions peu sensibles qui étaient à notre disposition à cette époque. Notre participation aux séances

de la Société Internationale de cinématographique médicale et à de multiples Congrès internationaux intéressant le cinéma médico-chirurgical, nous a permis de juger de la valeur de cette technique dans un grand nombre de disciplines parmi lesquelles nous citerons :

a) en endoscopie urinaire : les travaux de Motz et surtout ceux de Jaupitre qui a réellement mis au point le cinéma endo-vésical avec le matériel de Gentil. Un fragment de ses réalisations sera inclus dans le film démonstratif.

Les projections montrent le mécanisme du péristaltisme vésical et celui du jeu orificiel urétéro-vésical au cours de l'éjaculation de l'urine dans la vessie ;

b) en endoscopie bronchique les travaux de Soulas et de Dubois de Montreynaud. Le film permet de reproduire l'aspect des battements cardiaques transmis à la paroi bronchique ;

c) dérivé des examens précédents, l'endocinéma laryngé a permis d'étudier le jeu des cordes vocales et nous citerons les travaux de Vallancien sur la voie chantée ;

d) en endo-gastro-cinématographie nous rappelons que le Professeur Ch. Debray et son Collaborateur Housset ont été les premiers à avoir réalisé un film gastrique en 1955, dont un fragment concernant les mouvements péristaltiques de l'antre et une séquence relative à une gastro-entérostomie, seront inclus dans le film ;

e) la laparoscopie nous a permis avec F. Pergola une première confrontation Radio-endo-cinématographique de la motricité vésiculaire, exposée sous le patronage de Monsieur le Pr. Ch. Debray à la Société de gastro-entérologie. Ces séquences seront aussi projetées ;

f) enfin, signalons la cœlioscopie utilisée par Palmer pour l'examen des organes du petit bassin.

La Radiocinématographie.

Nous nous étendrons beaucoup moins sur cette partie de l'exposé qui a déjà été traitée antérieurement dans la *Revue pour l'Avancement des Sciences* (1). Nous indiquerons cependant très rapidement les difficultés et les résultats de cette technique parallèlement à ceux du cinéma endoscopique exposés précédemment.

C'est aussi en 1955 que le cinéma radiologique a pris son essor grâce à la possibilité, apportée par l'amplificateur de brillance, d'obtenir une image 1 000 fois plus intense que l'image radioscopique habituelle qui devenait alors parfaitement visible.

La reprise filmée de cette image devait résoudre le problème de l'étude de la motricité après opacification radiologique des viscères.

L'exploration par les RX d'un organe en mouvement, permettant sa représentation sur un écran fluorescent par la transmission de l'énergie X non absorbée, apportait à la clinique dès la découverte de Roentgen, l'espoir d'introduire la physiologie motrice des organes parmi les éléments du diagnostic.

Malheureusement, en raison des émulsions peu sensibles, des objectifs à luminosité réduite et de l'insuffisance de la brillance de cette image, les essais successifs furent inutilisables et seul, Janker, de Bonn, grâce à un important matériel de laboratoire, put réaliser des films valables qui restent encore des curiosités scientifiques.

En 1955, l'amplificateur de brillance, tout en apportant l'élément majeur : la lumière nécessaire à impressionner de nouvelles émulsions beaucoup plus sensibles, était un appareil à usage délicat donnant une image finale de dimensions réduites, située dans un profond repli du tube à vide et qu'il était difficile de cinématographier avec les caméras classiques. Comme pour l'endo-cinéma, une visée réflexe était nécessaire et un centrage rigoureux, indispensable. Mais, l'absence de manipulations sur le malade et la diversité des organes auxquels on pouvait s'adresser, en faisaient un moyen de choix pour l'étude de la motricité organique.

Nous avons pu, au cours de ces cinq années, réaliser un important programme radiocinématographique intéressant tous les organes normaux et de nombreux cas pathologiques qui nous furent confiés. L'appareil urinaire supérieur que nous avons exploré avec le Docteur Truchot, les recherches ultérieures sur la pyélo-néphrite ascendante par reflux faites avec Monsieur le Professeur Milliez, l'étude de l'urètre avec le Docteur Siboulet, nous ont permis d'avoir une importante documentation sur l'ensemble du système excréteur.

Le tube digestif, les voies biliaires, le thorax, l'appareil utéro-ovarien, le système ostéo-articulaire, la circulation cérébrale, etc., ont été l'objet d'études préliminaires extrêmement productives réalisées souvent avec plusieurs de nos Maîtres des Hôpitaux.

Aussi avons-nous été très intéressés de retrouver dans les examens endo-viscéraux, des éléments de similitudes concernant le dynamisme des organes, dont l'étude approfondie représentera certainement un travail de plusieurs décades pour les observateurs des différentes disciplines médicales.

Le cinéma radiologique, parfaitement au point actuellement, permet d'explorer un champ sensiblement plus grand que celui réservé à l'endoscopie.

Les amplificateurs de 13 cm sont suffisants si leur montage est assez mobile pour explorer rapidement une partie de l'organisme.

Actuellement, ce diamètre qui a été porté à 16 mm pourra faciliter l'étude du cœur, de la vessie et de la circulation cérébrale. Mais l'image, si elle est entièrement utilisée, perdra en netteté par suite du rayonnement diffusé qui affaiblit les ombres radiologiques et nécessitera, pour compenser, l'usage d'une grille antidiffusante et, comme conséquences, une augmentation des doses.

Les conversions successives auxquelles sont soumis les éléments de l'image primaire, ne diminuent pas sa définition qui est d'environ 4/10e de mm, ce qui est très voisin de la définition d'une radiographie. Mais le cinéma radiologique n'est pas fait pour être substitué aux documents radiographiques, mais pour restituer un mouvement avec le maximum de précision et au rythme le plus favorable à son analyse. La projection image par image, grâce aux projecteurs d'arrêt, apporte un élément supplémentaire d'observation qui est d'ailleurs applicable à l'endocinéma.

Reproduction télévisée de la motricité organique.

Ce qui est perceptible par l'œil et que le cinéma peut reproduire, est aussi susceptible d'impressionner les cibles électroniques des caméras de télévision, il suffit d'effectuer le changement de caméra (2).

La télévision endoscopique et la télévision radiologique, par émission hertzienne, furent chronologiquement contemporaines. En effet, Etienne Laloup présenta le 13 décembre 1955 sur la chaîne de télévision nationale, la première bronchoscopie télévisée réalisée par J. Dubois de Montreynaud, et c'est deux mois plus tard que le même producteur effectua la première séance publique de télévision radiologique à la Faculté de Médecine.

Mais il s'agissait là d'une séance scientifique récréative utilisant un matériel difficilement applicable aux besoins médicaux.

Or, la télévision endoscopique, comme la télévision radiologique, sont du domaine des réalisations désirées par le Corps Médical, non seulement dans un but d'enseignement, mais aussi pour la recherche scientifique et le diagnostic.

Habitué aux vues colorées, l'endoscopiste sera peut être moins favorable à la télétransmission de ses examens que le radiologiste qui trouve dans ce procédé un moyen pratique de sortir du rayonnement X dangereux et de diminuer la dose radiogène distribuée à son malade.

L'examen radioscopique télévisé présente d'énormes avantages dans l'enseignement de la physiologie et de la physiopathologie mais il permet aussi les examens en lumière atténuée et ne nécessite aucune adaptation préalable.

Les progrès de l'électronique ont permis d'élaborer des systèmes de télévision en circuit fermé appelés chaînes vidéo,

fonctionnant avec des caméras de volumes réduits pesant 1 ou 2 kg, suffisamment sensibles pour être jumelées avec l'amplificateur de brillance. C'est ce système que nous avons réalisé avec succès pour la première fois en mars 1955, qui est à la base des installations téléradiologiques et qui a été généralisé grâce à l'amélioration des systèmes optiques et des tubes analyseurs.

La télévision radiologique, comme la télévision endoscopique, qui ne sont rarement possibles qu'avec des caméras de dimensions réduites (et nous signalerons la caméra du Docteur Berci, de Melbourne, qui pèse 500 gr et qui utilise un montage à transistor), reproduisent parfaitement la motricité organique. Elles entrent dans le cadre des procédés électroniques qui équiperont dans un avenir proche les installations médicales modernes pour une dépense minime et un énorme profit scientifique et clinique (3).

Analyse du film démonstratif

La confrontation endo-radiocinématographique concerne un certain nombre d'organes accessibles par les deux méthodes : endoscopique - radiologique.

Mais, alors que dans dans ce dernier cas notre technique personnelle est toujours identique, puisqu'il s'agit de macrocinématographie sur l'amplificateur de brillance d'organes opaques, ou opacifiés par nécessité, c'est-à-dire de radiographies animées, en endoscopie les séquences sont en couleur et sont obtenues par des techniques différentes suivant les organes que nous avons choisis (4).

1°) *La première partie est relative au médiastin.*

L'endoscopie montre la muqueuse bronchique et les battements cardiaques transmis par contiguïté alors que le radiocinéma s'adresse à l'opacification de tout l'arbre pulmonaire et aux manœuvres de cathétérisme broncho-cavitaire par la sonde dirigée de Yamanaka et Kato.

2°) *La deuxième partie s'adresse à l'estomac.*

Le film endoscopique qui nous a été confié par Monsieur le Professeur Debray et son Collaborateur Housset, montre :

a) le péristaltisme antral et le jeu pylorique.

La radiocinématographie montre l'ampleur de ces mouvements et leur transmission en Roentgentélévision ;

b) le fonctionnement d'une bouche anastomotique gastrojéjunale, alors que le radiocinéma permet d'exposer l'ensemble du transit consécutif à l'intervention.

3°) *La troisième partie.*

C'est la confrontation endo-radio-cinématographique de la motricité vésiculaire que F. Pergola a étudiée par laparoscopie et que nous reproduisons par le Cinéma radiologique.

4°) *La quatrième partie.*

Elle est purement urologique, elle se limite donc à l'organe qu'il est possible d'atteindre par la voie urétrale, c'est-à-dire la vessie.

Les séquences endoscopiques fournies par le Docteur Jaupitre et leurs correspondantes radiocinématiques montrent :

a) le péristaltisme vésical qui se manifeste surtout dans la période pré-mictionnelle et précède les déformations vésicales dues à la poussée périnéale ;

b) l'éjaculation urétéro-vésicale de l'urine à travers les orifices correspondants ;

c) le péristaltisme du grêle conservé au niveau d'un greffon vésical dans une iléocystoplastie.

Cet ensemble est suffisant pour démontrer les possibilités de ces deux techniques et l'importance que prendra leur développement en clinique.

Reports bibliographiques

1) M. Noix. — R. C. médicale et scientifique : *Revue générale des Sciences*, juin 1958, T. LXV, p. 157-165.

2) M. Noix. — Télétransmission des images radiol. *Revue générale des Sciences*, 1959, T. LXVI, N°s 1-2, p. 23-28.

3) M. et J. Y. Noix. — L'ampli. électron. et ses moyens d'investigation dans les sciences, etc. *Revue générale des Sciences*, T. LXVII, 1960, N°s 5-6, p. 143-149.

4) Traité de photog. et cinémat. médicales. Editions P. Montel.

NOTE DE LA RÉDACTION

L'article de Monsieur Kervran, paru dans notre dernier numéro, a suscité certaines réactions de la part de nos Lecteurs.

Nous tenons à spécifier que la Revue Générale des Sciences n'a jamais prétendu infirmer ou confirmer les opinions scientifiques des auteurs à qui, par tradition, elle permet de s'exprimer tout en leur laissant l'entière responsabilité de leurs exposés.

Ajoutons, à la demande de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, que l'article en question a été publié sans que le Comité de cette Association ait été consulté.

Nouvelles scientifiques

● *Nouveaux élastomères.* — « Chemical and Engineering News » annonce la mise au point, par la Société « Monsanto », de deux élastomères copolymères vinyliques dont les propriétés sont plus intéressantes que celles des principaux caoutchoucs du commerce. Le polymère de base est le DX 954, avec deux variétés : DX 954 G P et DX 954 S. Les propriétés essentielles de ces produits sont une excellente stabilité aux températures relativement élevées (environ 200° C), une résistance à l'oxydation par l'ozone et une résistance moyenne à l'huile et aux solvants. La variété la plus courante sera le DX 954 G P, mais la variété DX 954 S aura de meilleures qualités de résistance vis-à-vis des solvants organiques. Ces deux nouveaux caoutchoucs synthétiques se comportent comme les caoutchoucs ordinaires en ce qui concerne les processus de traitement et les différentes charges (noir de carbone, oxyde de zinc, etc.).

D'autre part la Société « Minnesota Mining and Manufacturing » a réalisé la synthèse d'un nouvel élastomère fluorocarboné. Il s'agit d'un copolymère du trifluoronitrosométhane et du tétrafluoroéthylène. Cette molécule est entièrement fluorée et possède par conséquent une très grande résistance chimique ainsi qu'un excellent comportement en présence des solvants usuels. Ses propriétés élastiques se conservent jusque vers — 50° C. Le poids moléculaire est de l'ordre de 2.10^6. C'est un produit amorphe dont la résonance magnétique confirme la structure. Il se copolymérise avec un très grand nombre de molécules éthyléniques.

● *Variations de température dans l'atmosphère antarctique.* — Le Dr. H. Wexler, Chef de l'équipe américaine au programme de l'année géophysique, a publié dans le « Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society » les résultats des observations effectuées dans les stations de l'Antarctique, américaine, anglaise et anglo-scandinave.

Les variations de la température en altitude sont essentiellement différentes de celles au-dessus des continents tempérés. Les variations saisonnières sont les plus grandes dans la stratosphère (50 à 60° C), moins élevées à la surface (20 à 40° C), encore moindres dans la troposphère (10° C).

Durant la période ensoleillée la stratosphère est réchauffée directement par l'absorption de l'énergie solaire par l'ozone

qu'elle contient. Pendant la nuit elle est refroidie par le rayonnement de l'ozone, du gaz carbonique et de la vapeur d'eau. La température de la stratosphère s'abaisse donc brutalement en automne et s'élève rapidement au printemps.

D'une année à l'autre les variations de température, observées dans l'Antarctique, sont analogues à celles observées dans l'intérieur d'une zone tempérée. La température annuelle moyenne de l'Antarctique s'est élevée de 2,6° C depuis 1911, tandis que pendant la même période celle de Spitzberg s'est élevée de 6,2° C.

● *Le poids des hommes et des femmes.* — A la suite d'une étude de la Société des actuaires américains, le bureau des statistiques de la « Metropolitan Life Insurance Co », a publié de nouvelles tables donnant les poids des individus en fonction de leurs tailles tout en faisant apparaître les poids normaux et les différences observées depuis les dernières statistiques du même genre. Une analyse en a été récemment faite dans « Nature » de Londres dont nous extrayons les renseignements suivants.

Il apparaît que les poids des personnes de sexe féminin est généralement inférieur (de 2,250 kg à 2,750 kg) à celui des études précédentes (1900 et 1909-1927). Cette différence est de 900 à 1 800 g à 35 ans et de 900 à 1 350 g à 45 ans. On l'attribue, d'une part, au souci du sexe féminin de rester mince et, d'autre part, au poids nettement réduit des vêtements modernes.

Pour le sexe masculin le poids moyen est en augmentation, de 2,275 kg environ, à tous les âges. Pour les individus de taille moyenne l'augmentation de poids est de 900 à 1 800 g, pour ceux de plus grande taille de 450 à 1 350 g.

● *Scientifiques et Administration.* — La revue anglaise « State Service », correspondant à la Fonction publique en France, a publié un article sur le rôle des scientifiques dans l'administration. Il est évident que les responsabilités de l'Etat et ses participations dans l'activité scientifique sont de plus en plus grandes, à une époque où la majorité du personnel administratif semble se glorifier de son manque total de connaissances scientifiques : on souhaiterait, tout comme dans l'industrie, voir entrer dans les services administratifs de l'Etat, de véritables scientifiques qui par goût et par formation pourraient occuper des postes importants technico-administratifs.

● *Education et Industrie.* — « *Esso Magazine* » a publié récemment un article sur les rapports entre l'Université et l'Industrie en Grande-Bretagne. L'influence actuelle de l'Industrie sur les Universités s'exerce dans le sens d'une plus grande généralisation de l'instruction et dans celui d'une moins grande spécialisation surtout jusqu'au niveau du doctorat. On constate

en effet qu'une très faible proportion de scientifiques sortant des Universités font une carrière dans la spécialité où ils ont été formés. On reconnaît la nécessité d'une bonne aptitude professionnelle, mais on exige aussi une grande adaptibilité à des horizons nouveaux et on pense que la trop grande sécialisation au stade universitaire peut souvent avoir été faite en pure perte ; les progrès sont en effet tellement rapides qu'une spécialité peut rapidement perdre son importance pendant que se forgent de nouvelles techniques.

On souhaite encourager de plus grands échanges entre l'Université et l'industrie sous la forme de stages ou d'emplois partiels pendant les vacances.

Enfin l'Industrie souhaite que l'Université enseigne à ses élèves, outre la technique, l'art délicat de la « direction ». La plus grosse difficulté semble être dans le recrutement d'un personnel enseignant adéquat, car diriger est un sujet « pratique » et celui qui le possède à fond en use et n'instruit pas les autres.

● *Une nouvelle galaxie.* — « *Scientific American* » a récemment rapporté les observations du Dr R. Minkowski des Observatoires californiens des Monts Wilson et Palomar, relatives à une nouvelle galaxie (résultant peut-être de la collision de deux nouvelles galaxies) qui représenterait l'objet le plus éloigné de la Terre jamais identifié, puisqu'il se trouverait à six milliards d'années-lumière. D'après le spectre et son déplacement dans le rouge cette galaxie s'éloigne de notre planète à une vitesse proche de 150 000 km par seconde soit près de la moitié de la vitesse de la lumière.

Le spectre de cette galaxie a pu être obtenu avec un temps de pose de 4h. 1/2. Si l'on admet la théorie de l'explosion originelle de l'Univers il y a 6 à 12 milliards d'années, la lumière enregistrée par le Dr. Minkowski daterait de cette époque lointaine.

● *Rapport de l'Organisation mondiale de la Santé.* — Le rapport relatif aux activités de l'Organisation mondiale de la Santé en 1959 a été récemment commenté par « Nature », de Londres, périodique auquel nous empruntons les renseignements suivants.

Parmi les maladies qui réclament encore une vigilance accrue il faut citer toutes les tréponématoses. On constate que plus de 100 millions d'individus vivent dans des conditions sous développées et que dans 15 pays sur 22 il y a une recrudescence des maladies vénériennes (syphilis) et une augmentation des cas de gonorrhée.

En ce qui concerne la tuberculose on constate que la chimiothérapie à domicile peut souvent remplacer le traitement en

sanatorium, ce qui est un avantage dans les pays où il n'y a pas suffisamment de sanatoria.

De nouveaux moyens de lutte sont mis en place pour combattre la lèpre, la bilharziose, la poliomyélite et, dans ses derniers retranchements, la variole.

Enfin on insiste sur l'effort à faire pour alimenter en eau potable les communautés qui en sont encore dépourvues ainsi que pour une plus grande application, dans ces régions ou dans ces pays, des conditions sanitaires les plus élémentaires.

● *La synthèse de la chlorophylle A.* — La synthèse de la chlorophylle A a été effectuée simultanément, mais par des voies entièrement différentes, aux Etats-Unis (Harvard University) et en Allemagne occidentale (Technische Hoschschule de Munich).

D'après le « Journal of the American Chemical Society » le Dr. R. B. Woodward (de Harvard) passe par la chlorine e_6, molécule analogue à une porphyrine et de même structure que la chlorophylle, exception faite pour l'atome de magnésium et quelques chaînes latérales. La synthèse complète avait été réussie dès le mois de janvier 1960, mais le produit obtenu était un mélange des deux isomères optiques. L'isomère naturel a été isolé du mélange ces derniers temps.

Le travail allemand, décrit dans « Angewandte Chemie » a été effectué par le Dr. M. Strell, le Dr. A. Kolajanoff et H. Koller et fait suite à celui du Dr. H. Fischer en 1945 sur la synthèse de la chlorophylle. Le Dr Strell et ses collaborateurs sont partis du 2 desvinyl-2-acétyl isochlorine e_4, réduisant le groupe 2 2 acétyle puis complexant le produit avec du fer et faisant réagir le complexe sur l'éther éthyldichlorométhylique. Le groupe C-OH est oxydé en C = O sur PtO_2 dans l'acide acétique. Il reste à saponifier, hydrolyser, puis à introduire le groupe phytyle et le magnésium par la technique de Fisher et Wilstaetter.

● *Utilisation des radicaux libres comme source d'énergie.* — S.R. Ovshinsky, Président de la Société « Energy Conversion Laboratories » a proposé d'utiliser l'énergie de recombinaison des radicaux libres pour des fins pratiques. Un « générateur » de la dimension d'une pièce d'un demi-dollar peut produire 200 watts d'énergie-électrique. Le procédé consiste à soumettre un catalyseur, tel que le palladium par exemple, à un rayonnement soit thermique (soleil), soit micro-ondes radio, soit α, β ou γ, un courant de gaz diatomique. Un flux de radicaux libres (atomes d'hydrogène si le gaz est de l'hydrogène) se dégage de la surface du palladium. Ces radicaux libres sont alors dirigés vers un catalyseur sélectif où ils se recombinent en dégageant de l'énergie. Les molécules d'hydrogène formées peuvent être recyclées. L'hydrogène dégage 103 Kcal par mole et est ainsi très intéressant. Mais d'autres molécules diatomiques, le chlore par

exemple, peuvent également être employées. Comme application possible le Dr. Ovshinsky pense que c'est surtout dans les pays sous-développés et dans les régions très éloignées, qu'une source d'énergie portative doit être intéressante. L'hydrogène pourrait être fabriqué à partir de l'eau en utilisant l'énergie solaire.

Fin de Pionnier V. — A une distance de 36 millions de kilomètres et s'éloignant à une vitesse de 33 600 km à l'heure, Pionnier V a lancé un dernier signal d'une durée de 6 minutes au radiotélescope de Jodrell Bank en Angleterre, avant d'interrompre définitivement ses émissions. Il avait été lancé le 31 mars porteur d'un émetteur de 150 W. On avait espéré maintenir le contact jusqu'à 80 millions de kilomètres, mais les batteries solaires se sont détériorées.

Malgré une vie écourtée, les renseignements fournis par Pionnier V sont nombreux et précieux. Il faut citer entre autres la découverte d'explosions cosmiques (avec émission de rayons cosmiques pénétrants, d'origine solaire) bien au-delà de la ceinture de radiation de Van Allen. On a également détecté des courants de protons et d'électrons provenant du soleil. Les électrons n'étaient pas seulement émis durant les explosions solaires (comme on le savait) mais indépendamment de ces explosions.

Le champ magnétique terrestre semble s'étendre jusqu'à 100 000 km de la terre, soit deux fois plus loin qu'on ne le pensait. Au-delà de cette distance il existe un champ magnétique interplanétaire, perpendiculaire à l'orbitre de la terre. L'intensité de ce champ est sensiblement le vingtième du champ magnétique à la surface de la terre.

Enfin Pionnier V a rencontré une région de turbulence magnétique où le courant de protons en provenance du Soleil intersecte le champ magnétique terrestre ainsi qu'un courant annulaire de protons et d'électrons de faible énergie tournant autour de la Terre à une distance de 65 000 kilomètres.

● *Lumière de très haute fréquence.* — D'après « Chemical and Engineering News » les laboratoires de la Société « Hugues Aircraft » ont étendu le principe du *Maser* du Professeur C.N. Townes, de l'Université Columbia, qui avait obtenu en 1955 un champ cohérent de 50 milliards de cycles, à des fréquences de 500 000 milliards. Le tube appelé *Laser* est constitué par une tige de rubis synthétique entouré par le tube lumineux. La lumière excite les atomes du rubis qui réémettent dans une bande de fréquence très étroite. Un résonnateur optique les « stimule » pour émettre leur rayonnement ensemble donnant ainsi une seule fréquence. On peut ainsi obtenir un faisceau pratiquement parallèle et cette source lumineuse peut être utilisée pour la photographie à longue distance, et à courte portée comme

source de chaleur très intense dans les études de biologie, de médecine, de chimie et de métallurgie.

● *La télévision éducative en Europe.* — M. H. Dieuzeide, Directeur de l'Ecole française de télévision, publie dans un rapport de l'O.E.C.E. le résultat des progrès et des difficultés de son école.

Les cours télévisés s'introduisent en France à un moment où la poussée démographique, l'augmentation du nombre des élèves et la pénurie de professeurs compétents et d'équipement adéquats se fait le plus sentir.

On doit constater qu'en Europe la télévision est une société anonyme en Grande-Bretagne, un système fédéral en Allemagne occidentale, un corps indépendant mais sous contrôle de l'Etat en Italie, enfin un organisme d'Etat en France. Trois pays européens ont jusqu'à présent un programme scolaire défini et transmis sur les antennes de la télévision. La Grande Bretagne émet un programme du niveau secondaire. La France un programme primaire, secondaire et technique, et l'Italie un programme éducatif général, du primaire au technique.

M. Dieuzeide pense que les programmes éducatifs de la télévision peuvent : montrer les relations entre les différentes disciplines comme la chimie et la biologie, exposer les progrès de la science de manière spectaculaire de façon à frapper l'imagination et développer le goût des sciences ; faire venir des chercheurs et des savants dans la salle de classe au cours de l'émission ; montrer les progrès des idées scientifiques dans les laboratoires et l'industrie.

● *Les météorites et la formation de la coesite.* — La coesite est une variété de silice extrêmement dense obtenue artificiellement par l'action de très fortes pressions sur le quartz. Cette variété, fabriquée en 1953 au laboratoire, en particulier par L. Coes, de la Société « Norton » n'avait pas été trouvée dans la nature. Or « *Science* » signale que récemment un groupe de chercheurs du « U.S. geological Survey » l'a découverte dans un cratère météorique de l'Arizona dont le lit est formé de grès renfermant 20 % de coesite. Celle-ci a été isolée par traitement à l'acide fluorhydrique. Les géologues pensent que l'impact de la météorite a dû provoquer une pression de plus de 20 000 atmosphères pour permettre la formation de coesite. Ce minéral pourrait désormais servir de critère pour reconnaître d'autres cratères terrestes ou lunaires.

● *Poudres métalliques microsphériques.* — D'après « Chemical and Engineering News » la Société « Union Carbide » met sur le marché, par l'intermédiaire de sa filiale « Linde Co » des métaux divisés en sphérules de 20 microns de diamètre. On peut

ainsi disposer de cuivre, aluminium, nickel, tungstène, des nichromes, de l'acier inoxydable (type 316) en différentes grosseurs jusqu'à 150 μ. Ces sphérules ne présentent pas de défauts tels que des cavités ou des vides. On estime qu'elles trouveront un débouché dans l'industrie des carburants solides pour fusées (par exemple l'aluminium) et dans celle des métaux frittés où l'addition de sphérules calibrées peut donner une porosité et une densité plus uniformes ; elles peuvent enfin être utilisées dans l'étalonnage des appareils de granulométrie en admettant que les particules sont sphériques.

● *Nouvelles fabrications industrielles.* — D'après « Chemical and Engineering News », la Société « American Potash and Chemical » et la Société française « Devineau » vont créer une filiale pour la fabrication de dérivés du bore à partir de minerais turcs. Jusqu'ici « Devineau » importait les dérivés du bore des Etats-Unis.

La Société « El Paso-France-Afrique » a été créée par la « El Paso Natural Products Co », le « Crédit Lyonnais », « Rothschild Frères » et « Worms et Cie », en vue de l'exploitation en France métropolitaine d'une industrie pétrolochimique utilisant les hydrocarbures en provenance du Sahara.

« Rocket dyne » (division de « North American Aviation » a signé un contrat avec la S.E.P.R. (Société pour l'Etude de la Propulsion par Réaction) créée par Kuhlmann, l'Air Liquide et Ugine, en vue d'une collaboration commerciale dans le domaine des petites fusées à combustible liquide.

● *Intoxication par des gaz toxiques.* — Une nappe de gaz toxiques (vraisemblablement du phosgène) a incommodé une quarantaine de personnes à La Porte (Texas) le 12 août 1960. L'origine de ce gaz est demeurée mystérieuse, les dirigeants des différentes industries chimiques des environs ayant vérifié leurs installations et n'ayant rien signalé. Le Dr. Quedebeaux du « Pollution Control Office » a identifié ce gaz comme étant probablement du phosgène. Une Société, la « Sand W Chemical » fabrique ce gaz mais affirme qu'il n'y a aucune fuite dans les installations. Le phosgène est facile à détecter et l'aurait été rapidement dans l'usine. Non loin de là une autre usine, appartenant à la « Du Pont » utilise du phosgène mais n'a également observé aucune fuite. De plus la direction des vents semble exclure l'usine « Du Pont ». Le mystère demeure entier et une commission est chargée d'une enquête.

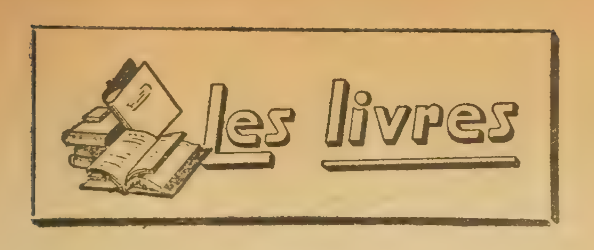
● *L'utilisation des matières plastiques dans la construction.* — D'après une étude effectuée pour la « Manufacturing Chemist's Association » et citée par « *Industrial and Engineering News* », étude effectuée par Southwest Research Institute »,

l'industrie du bâtiment pourrait employer davantage de matières plastiques.

En fait la réticence provient d'une part de l'inertie qu'il faut vaincre quand il s'agit de remplacer des matériaux traditionnels par des matériaux nouveaux, ainsi que des dangers d'incendie assez mal connus de certaines matières plastiques. Le rapport conclut dans le sens d'une meilleure connaissance des matières plastiques du bâtiment et de leur comportement au feu, ainsi que dans une normalisation des codes et des cahiers des charges (souvent contradictoires) lorsque les dangers d'incendie seront mieux connus.

● *L'utilité du rêve.* — Le « *Scientific American* » nous fait savoir que d'après une étude effectuée par le Dr. W. Dement, de l'Hôpital du Mont Sinaï à New-York, le rêve est une nécessité de l'existence et que son inhibition conduit à des troubles mentaux.

L'étude a été effectuée sur des volontaires. Les sujets endormis étaient suivis à l'encéphalogramme qui traduisait l'état de rêve par une activité cérébrale particulière. Chaque fois, les sujets étaient réveillés. Tous (dont certains n'ont pas « tenu le le coup » au régime de ces réveils brutaux) ont montré une tendance accrue à rêver, le nombre de rêves interrompus pouvant passer de 7 la première nuit à 24 la septième. Pendant la durée de ce test tous les sujets se sont montrés anxieux, irritables, psychologiquement perturbés. Il faut remarquer que réveillés au même rythme, mais entre deux rêves, les sujets se sont très bien comportés. Il semble donc que le rêve réponde à un besoin et contribue à notre équilibre mental.



SCIENCES MATHEMATIQUES

Léon BRILLOUIN. — La science et la théorie de l'information. — Un vol. 16 ×25, 302 p., 74 fig., 14 tableaux. Masson et Cie, Paris, 1959. Prix : 48 N.F.

Voilà un cas éminent d'activité scientifique, apparu depuis peu autour du concept objectif d'**information**, resté jusqu'alors dans l'ombre et ayant un rôle qui l'oppose à **l'entropie.** Les télécommunications ont fait éclore ladite théorie et bénéficié de ses applications. Mais elle atteint aussi, outre les machines à calcul, divers domaines de la physique. L'ampleur de cette nouvelle activité détermine l'intérêt de chercheurs nombreux, comme en témoigne le succès de l'édition anglaise (1956). La présente doit beaucoup aux soins de M. Parodi et aussi de Mme Serruys.

Après avoir précisé les attaches statistiques qui ont permis de mathématiser **l'information**, en voyant dans **l'entropie** une mesure du manque d'information à propos d'un système physique, l'auteur pose les principales définitions, traite du codage et en vient assez vite à l'outillage mathématique (séries et intégrales de Fourier, autocorrélation...) étayant la théorie. La solidarité rappelée entre information et entropie l'amène alors à reprendre dans un nouvel esprit les principes de la thermodynamique et quelques-uns de ses résultats : tout cela dans les perspectives statistiques (fluctuations d'énergie, oscillateur quantifié, agitation thermique, mouvement brownien). Puis ayant distingué entre information libre et information liée, il est à même de revenir, en le précisant, sur ce qu'il nomme **le principe de néguentropie de l'information.** Sa structure de complémentarité, qui apparente la théorie aux développements de mécanique quantique, au point d'atteindre la précision des mesures physiques, entre autres, celle des **longueurs**, rappelle le rôle précurseur d'un travail de Szilard (1925) dans la genèse des idées essentielles : travail présenté dans le décor habituel de la théorie cinétique, où le démon de Maxwell apparaît, avec son pouvoir de déceler les molécules ; il agit sur l'information relative au mouvement intime du gaz, au point de transformer **réellement** l'information en néguentropie. On touche ici à l'une des parties les plus riches de l'exposé, pleine de promesses pour la Physique théorique comme le suggère le problème des intégrales divergentes de l'électronique quantique. La Physique appliquée n'est pas moins favorisée, non seulement dans le domaine des télécommunications, mais dans certains autres (écriture, imprimerie, lecture) auxquels l'étincelle est transmise. Ce que vient confirmer aussi l'étude des **machines à calculer.** Les nouveaux horizons mis à jour à propos de divers thèmes (information et organisation, information livrée soit par une loi physique, soit par une table numérique) se prêtent à des remarques générales montrant la place que l'épistémologie doit accorder à la **Mécanique statistique.**

La grande variété des sujets traités devait laisser le champ libre au besoin de donner çà et là, dans un texte un peu dense, des coups de sonde efficaces. A cet égard, l'index alphabétique et la table rendront d'immenses services.

G. BOULIGAND.

E. BRUN et A. MARTINOT-LAGARDE. — Mécanique des fluides. — Tome I., fasc. 1, 270 pages, 150 figures. Dunod, Paris, 1959.

Ce cours dont on annonce deux autres tomes, est destiné aux élèves ingénieurs des Instituts de Mécanique et contient, en particulier, toutes les matières du programme du Certificat de Mécanique des fluides institué par la nouvelle licence.

Dans une première partie, les auteurs exposent les principes de la mécanique, de la thermodynamique, de l'optique et de l'acoustique en vue des applications à la Mécanique des fluides. Ensuite, dans une seconde partie, est étudiée la statique des fluides. L'étude des écoulements, avec ou sans frottement, dans les conduites et les canaux fait l'objet d'une troisième partie. La dernière est consacrée à l'étude des pertes de charge dans les conduites.

Chaque division de cet utile ouvrage est complétée par des séries d'exercices judicieusement choisis.

M. PARODI.

Serge COLOMBO. — Les transformations de Mellin et de Hankel. — Un vol. cartonné de 99 pages (15,5 × 23,5) avec tabl. Editions du C.N.R.S. Prix : **10 N.F.**

Paru dans la série B du C.E.M.A. (Méthodes de calcul) cet ouvrage retrace aux physiciens des méthodes devenues très utiles en théorie du potentiel et en théormocinétique. Il prolonge l'exposé théorique de M. Maurice Janet sur le calcul matriciel et le calcul opérationnel et l'ouvrage de M. Gérard Petiau sur les fonctions de Bessel. En changeant e^{-t} en x dans l'intégrale de Laplace, on obtient la transformation de Mellin, tandis que celle de Hankel étend la transformation de Fourier. L'efficacité de ces opérations linéaires apparaît à propos des deux équations aux dérivées partielles div (grad u) = o et div (grad u) = c u, à propos de l'équation d'Euler-Darboux. Elle se confirme dans un autre chapitre d'analyse linéaire : celui des équations intégrales de type mixte. Large bibliographie.

G. BOULIGAND.

Donatien COT. — Eléments des calculs d'interpolation. — (Préface de P. Vernotte). Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, B.S.T. n° 123. Un vol., 140 pages, 10 fig., 6 tables, Paris 1959.

Ce remarquable ouvrage, jusqu'ici sans équivalent en langue française, rassemble et présente d'une façon se prêtant immédiatement à l'application pratique, les principales méthodes et formules d'interpolation.

La première partie relative aux fonctions d'une seule variable rassemble les principales formules d'interpolation (formules de Lagrange, de Newton, de Causs, de Stirling, de Bessel, d'Everett). Les schémas théoriques de calculs sont complétés par de nombreux exemples montrant comment se conduit, se simplifie et s'améliore un calcul d'interpolation. La seconde partie traite de l'interprétation dans le cas des fonctions de deux ou trois variables. Les formules générales sont développées et complétées par l'examen de nombreux cas particuliers et donnent sans ambiguité la conduite pratique des calculs numériques.

G. PETIAU.

R. DELTHEIL et R. HURON. — Statistique mathématique. — Collection Armand Colin, 224 pages. Paris, 1959.

Cet ouvrage fait suite à celui, intitulé « Probabilités-erreurs », paru dans la même collection. Le premier chapitre est consacré à l'étude des lois fondamentales de distribution et à celle des tests statistiques usuels. La loi normale à plusieurs variables fait l'objet du second chapitre ; le suivant

est consacré à l'analyse des résultats expérimentaux planifiés ; enfin les problèmes de classification sont étudiés au dernier chapitre.

Cette excellente publication ne manquera pas de rendre de grands services.

M. PARODI.

J.-P. den HARTOG. — Vibrations mécaniques. — Traduit de l'anglais par M. L. Supper et M. Aberdam. 476 pages, 981 figures. Dunod, Paris, 1960.

Dans ce livre on trouve en premier lieu, un exposé des connaissances de base indispensables : définitions, représentation vectorielle des vibrations... Trois chapitres sont ensuite consacrés à l'étude des systèmes ayant de un à plusieurs degrés de liberté ; trois autres, d'un niveau moins théorique que les précédents, traitent respectivement des moteurs multicylindriques, des machines tournantes, du rotor rigide à l'hélice d'avion et des vibrations auto-entretenues. Des phénomènes divers, tels que les vibrations des lignes électriques sous l'action du vent, le « shimmy » des voitures automobiles et le flottement des ailes d'avions y sont également étudiés.

On notera que la dernière partie de ce livre est consacrée aux systèmes à caractéristiques variables et non linéaires et à l'étude des phénomènes de relaxation et de l'équation de B. Van der Pol qui régit une partie de ces derniers.

Comportant des exemples pratiques, avec calculs numériques et 200 problèmes répartis en fin de chaque chapitre avec réponses correspondantes en fin d'ouvrage, cet ouvrage sera utilement exploité par les ingénieurs des constructions navales et aériennes, de l'automobile, des chemins de fer, les ingénieurs mécaniciens, électroniciens, électriciens et les étudiants en sciences.

S. H. GRANDALL et N. C. DAHL. — Introduction à la mécanique des solides. — 432 pages, très nombreuses figures. Mc. Graw-Hill, New York, Londres, 1959.

Cette très utile publication traite de la mécanique du solide rigide et du solide déformable. Elle a été rédigée par les membres du Département de Mécanique appliquée du Massachussets Institute of Technology, c'est dire qu'elle est essentiellement consacrée à l'étude des applications. Cet ouvrage rendra de très grands services aux étudiants et aux ingénieurs.

M. PARODI.

Jean LAVOINE. — Calcul symbolique. - Distributions et pseudo-fonctions. — Un vol. cartonné de 112 pages avec tables. Editions du C.N.R.S. Prix : 12 N.F.

Cet ouvrage familiarise au besoin le lecteur avec la notion générale des distributions (introduite en Analyse par M. Laurent Schwartz) et avec son cas particulier, les pseudo-fonctions. Les extensions à ces objets mathématiques de la méthode classique d'Heaviside sont présentées, avec des applications, dans les six chapitres de la première partie, tandis que la seconde, en une quarantaine de pages, donne une table, très large et très soigneusement établie, des transformées de Laplace. Abondante bibliographie.

G. BOULIGAND.

F. MANDL. — Introduction to quantum Field Theory. — Un vol., 202 p., New York, London, 1959. Interscience Publishers édit. Prix : $ 6.

L'introduction à la théorie quantique des champs de F. Mandl est un excellent ouvrage d'enseignement destiné à des étudiants déjà familiarisés avec la mécanique quantique de Schrödinger. Il donne une vue d'ensemble, simplifiée, mais très homogène de ce qui peut être considéré comme acquis

parmi les milliers de publications essayant de donner une forme cohérente, physiquement et mathématiquement correcte à ce mode de description de la microphysique.

Partant de la représentation générale à plusieurs particules, M. Mandl étudie successivement la description des champs classiques puis leur quantification, la représentation d'interaction, les fonctions invariantes, la description des champs de mésons chargés, de fermions et de protons (notamment le formalisme de Gupta-Beuler), la description des interactions, la matrice de diffusion, les graphes de Feynman et leur application à l'étude de l'effet Compton et de la diffusion coulombienne, les corrections radioactives, la polarisation du vide, le moment magnétique anormal de l'électron et les renormalisations. Un grand choix d'exercices avec des indications pour leur résolution complète ce très bon livre d'enseignement.

G. PETIAU.

SCIENCES PHYSIQUES

J. B. MARION et J. L. FOWLER. — Fast Neutron Physics. — Part 1 : Techniques. — Textes rassemblés. — Interscience Monographes and Texts in Physics and Astronomy vol. IV. — Un vol. 983 p. Interscience Publishers, New York, 1960. Prix : 29 $.

Les éditeurs de ce livre se sont proposés de rassembler en deux volumes l'ensemble des connaissances actuelles relatives aux neutrons rapides en demandant aux plus éminents spécialistes de la neutronique des rapports détaillés sur leurs techniques et les résultats de leurs travaux.

Le volume I qui vient de paraître contient réparties en quatre sections une série d'études sur l'ensemble des techniques de production et d'utilisation des neutrons rapides.

La section I examine les différentes sources de neutrons rapides (rapports de MM. A. O. Hanson, J. Monghan, J. E. Brolley Jr et J. J. Fowler, J. B. Marion, J. H. Gibbons et H. W. Newson), la section II, les méthodes de détection par les reculs (rapports de MM. A.T.G. Ferguson, C. D. Swartz, G. F. Owen, C. H. Johson, R. S. White, W. E. Stephen et H. Staub), et la section III les méthodes de détection par réactions nucléaires induites (rapports de W. D. Allen, C. O. Muehlhause, R. Batchelor et G. C. Morrison, C. M. Huddleston, R. W. Lamphère). La section IV contient une série d'études sur des techniques particulières : étude du temps de vol, mesures de flux, cibles, collimations et protection (rapports de J. H. Neiler et W. M. Good, J. E. Perry Jr., P. E. Byerly Jr., J. H. Coon, A. Langsdorf Jr., C. F. Cook et T. R. Strayhorn, G. S. Hurst, W. T. Ham Jr., H. J. Amster, E. J. Leshan et M. Wall).

G. PETIAU.

D. CURIE. — Luminescence cristalline. — 1 vol. relié, toile simple, 220 p., 11 × 16 cm, 14,50 N.F. Dunod, édit., Paris, 1960.

Dans ce petit ouvrage des monographies Dunod, l'auteur a envisagé l'aspect théorique des questions relatives à la luminescence théorique qui a fait d'importants progrès depuis une vingtaine d'années ; mais sont aussi exposés les principes des méthodes expérimentales d'étude des substances fluorescentes et phosphorescentes ainsi que leurs principales applications (produits employés dans les tubes luminescents, en télévision en couleurs, etc.). Ce livre sera donc utile à un grand nombre de lecteurs.

P. LAFFITTE.

R. DAUDEL, R. LEFEBVRE et C. MOSER. — Quantum chemistry : Methods and Applications. — 1 vol. cartonné 15 × 23 cm, 572 p., 14,50 $. Interscience Publishers, Inc., New York, N.Y., 1960.

Ce livre est destiné à ceux qu'intéresse le calcul des fonctions d'onde des molécules et l'utilisation de ces fonctions dans l'étude de certaines propriétés physiques et chimiques. Il s'adresse en fait à tous les physico-chimistes principalement organiciens, utilisant les données de la mécanique quantique.

L'ouvrage comprend deux parties. La première est consacrée aux méthodes simples, dites « empiriques », introduisant progressivement les principes de la mécanique quantique, la combinaison linéaire des orbitales de liaison, l'étude théorique des distances interatomiques, des angles de liaison, des énergies de liaison, de dissociation, de résonance et d'ionisation. Sont ensuite traitées l'énergie d'excitation avec les spectres d'absorption visibles et U.V., la théorie de la réactivité chimique et enfin les applications biochimiques au pouvoir cancérigène des molécules conjuguées.

La seconde partie de l'ouvrage traite des méthodes « non empiriques et semi-empiriques ».

Elle reprend avec davantage de détails et de précision les données de la mécanique quantique ; un chapitre est consacré à l'atome d'hélium, d'autres aux molécules d'hydrogène, d'éthylène et de benzène. On trouvera, dans cette seconde partie des données qui traduisent la très importante contribution des auteurs dans ce domaine.

R. DELBOURGO.

G. FRIEDLANDER et J. W. KENNEDY. — Chimie nucléaire et radiochimie. — Traduit par J. Guiterix et P. Martinelli. — 1 vol., toile, relié sous jacquette, 506 pages, 16 × 25 cm, 58 N.F. Dunod, édit., Paris, 1960.

Cet ouvrage contient les notions essentielles sur les réactions des noyaux, la chimie des substances radioactives et leur utilisation. Après un exposé des théories de la structure du noyau et des réactions nucléaires, les auteurs envisagent les propriétés des isotopes radioactifs et les principes de leur utilisation en étudiant particulièrement la chimie des traceurs. Les chapitres relatifs à l'énergie nucléaire et aux problèmes cosmiques achèvent de donner une vue d'ensemble de la science nucléaire. On trouvera enfin dans ce livre tous les renseignements numériques et graphiques dont ont besoin ceux qui préparent et utilisent les isotopes radioactifs.

P. LAFFITTE.

A. G. GAYDON et H. G. WOLFHARD. — Flames : their structure, radiation and temperature. — 1 vol. relié toile, 14 × 22,5 cm, 383 p., 70 $. Chapman et Hall, édit., Londres, 1960.

Le lecteur accueillera avec intérêt cette seconde édition de l'ouvrage de Gaydon et Wolfhard. Depuis six ans qu'a paru la première édition un grand nombre de travaux ont été effectués sur les divers aspects de la combustion. Pour en tenir compte les auteurs ont dû faire une nouvelle rédaction d'une grande partie de leur livre, tout en conservant l'essentiel et le plan primitif. On notera en particulier les rédactions entièrement nouvelles des chapitres relatifs aux phénomènes de combustion des combustibles pour roquettes et aux progrès récents sur certains problèmes relatifs aux flammes. On ne peut que conseiller la lecture de cet ouvrage fondamental à tous ceux qui s'intéressent aux problèmes relatifs à la combustion.

P. LAFFITTE.

F. GRONLUND. — Etude du processus de germination dans la réaction de l'oxygène sur le cuivre aux températures élevées. — Un vol. broché 18 × 27, 45 pages. Publications scientifiques et techniques du Ministère de l'Air, Paris, 1960.

Cet ouvrage a été présenté comme thèse devant la Faculté des Sciences de Paris en 1957. Le travail qu'il décrit a été fait par un membre de l'équipe du Professeur Benard, bien connu pour ses recherches sur l'oxydation des métaux et des alliages. Ici l'influence des facteurs température, pression d'oxygène et orientation cristalline a été étudiée dans le cas du cuivre. Ses observations ont conduit l'auteur à ébaucher une théorie permettant d'expliquer la formation des germes à la surface d'un film primaire uniforme.

Marc LAFFITTE.

R. HOCART et R. KERN. — Problèmes et calculs de Chimie Générale et de Cristallochimie. — Un volume 16 × 25 cm., 211 pages. Edit. Gauthier-Villars, Paris, 1959. Relié carton : 19 N.F.

Plus qu'une évolution, une véritable Révolution est en train de s'accomplir dans les Facultés des Sciences. En quelques années nous voyons leur enseignement transformé. L'esprit de l'Enseignement Supérieur doit naturellement rester intact, tout au moins dans ce qu'il a de bon. Les professeurs devront toujours apprendre à leurs étudiants, à l'occasion de l'étude de grands problèmes propres à leur Certificat, à conduire un raisonnement avec toute la rigueur scientifique qui s'impose, à connaître les grands courants de la pensée dans le domaine étudié. Mais toutes les applications pratiques — qu'il s'agisse d'exercices, de problèmes, de travaux pratiques — seront prochainement confiées à des « professeurs-assistants ». L'enseignement traditionnel de la chimie dans les Facultés et les grandes Ecoles a presque toujours ignoré jusqu'à ces dernières années la nécessité de ces exercices d'applications. C'était d'ailleurs souvent faute de moyens matériels. Ces moyens matériels ont été demandés au pays, avec une insistance qui se fait de plus en plus pressante aussi bien par tout le corps enseignant que par les étudiants. Nous espérons que d'ici peu nos Financiers comprendront qu'une telle dépense constitue en fait un placement à haut intérêt.

En attendant, le livre de MM. Hocart et Kern aidera les étudiants en chimie à pénétrer le domaine des applications numériques. Il leur rendra de grands services, car pratiquement rien d'analogue n'existe en France.

Marc LAFFITTE.

J. IDRAC. — Mesure et instruments de mesure. — 132 pages, 47 figures. Dunod, Paris, 1960.

Cet ouvrage est de développement d'un cours qui professe l'auteur à l'Ecole supérieure de l'Aéronautique.

Extrait de la table des matières.

Chapitre I : Mesure ; chapitre II : Etendue de mesure et sensibilité ; chapitre III : Précision ; chapitre IV : Finesse ; chapitre V : Rapidité ; chapitre VI : L'interprétation des mesures.

Marc JULIA. — Mécanismes électroniques en chimie organique. — Un volume 16 × 25 cm., 99 pages. Edit. Gauthier-Villars, Paris, 1960. Broché : 16 N.F.

C'est un ouvrage absolument remarquable que les Editions Gauthier-Villars viennent d'éditer.

Si l'on admet que la Physique est l'étude des choses telles qu'elles sont, et la chimie l'étude des rapports entre ces choses, on conçoit que la détermination des mécanismes électroniques des réactinos soit au cœur même des préoccupations des chimistes.

Le Professeur Julia expose précisément dans ce livre les mécanismes électroniques des réactions en chimie organique à la lumière des résultats expérimentaux ou théoriques les plus récents. Il les expose avec une clarté

et une concision remarquables. Aucun étalage d'érudition inutile, qui ne servirait qu'à embrouiller le lecteur. ,

Nous prédisons à ce fascicule un succès prodigieux. Que tous ceux qui s'intéressent aux raisons pour lesquelles les corps réagissent comme ils le font, lisent ce livre. En le lisant, ils se rendront compte à quel point l'enseignement de la Chimie évolue. Le temps n'est plus où l'on devait apprendre des listes de propriétés physiques et chimiques, sans comprendre. Une Raison guide la nature et c'est le grand mérite du Professeur Julia de nous le faire entendre.

Marc LAFFITTE.

J. A. A. KETELAAR. — Liaisons et propriétés chimiques. — Traduction M. Fayard. — Un vol. relié toile sous jaquette, 382 pages, 16 × 25 cm., 48 N.F. Dunod, édit., Paris, 1960.

Dans cet important ouvrage qui jouit d'une réputation internationale justifiée, et dont une excellente traduction française vient de paraître, l'auteur a traité le problème central de la chimie générale. Après avoir exposé la constitution électronique des éléments il définit les quatre types de liaison (ionique, atomique, métallique et de Van der Waals). Les propriétés de la liaison ionique sont étudiées très soigneusement, ce qui constitue un des caractères originaux du livre. L'auteur utilise la mécanique ondulatoire dans le chapitre sur la liaison chimique ; mais les problèmes difficiles sont traités avec une grande clarté. Les pages où sont exposés les problèmes de résonance présentent un grand intérêt. On notera aussi le chapitre sur la liaison métallique où sont précisés de nombreux points sur la théorie électronique dans les métaux. Il est enfin à noter que de nombreux paragraphes qui ne figuraient pas dans la première édition anglaise se trouvent dans l'édition française.

On ne peut que conseiller la lecture de cet ouvrage aux étudiants de licence et d'agrégation et aux élèves des écoles nationales de chimie et d'une manière générale à tous les chercheurs et à ceux qui s'intéressent aux développements modernes de la Chimie.

P. LAFFITTE.

C. LAYMONIE. — Les traceurs radioactifs en métallurgie physique. — Un vol relié sous jaquette, 240 pages, 14 × 22 cm., 32 N.F. Dunod, édit., Paris, 1960.

Après un rappel des notions fondamentales de la radioactivité et un aperçu des méthodes expérimentales des méthodes de détection, l'auteur de cet ouvrage traite des applications telles que : diffusion, ségrégations de coulée, et à l'état solide, réactions et mécanismes superficiels (échanges, corrosion, oxydation, frottement, équilibres thermodynamiques, etc.).

L'étude de la diffusion, et en particulier de l'auto-diffusion fait l'objet d'un examen critique. Il est à noter que l'auteur insiste sur la nécessité d'associer dans toute la mesure du possible, les méthodes directes autoradiographique et microscopique. Il est certain que cet excellent ouvrage rendra de grands services aux physiciens et aux physico-chimistes de l'état solide ainsi qu'aux métallurgistes.

P. LAFFITTE.

P. PASCAL. — Nouveau traité de Chimie minérale. Tome XVIII. — Complexes du fer, du cobalt et du nickel. Un volume 18 × 26, 944 pages. Ed. Masson et Cie, Paris, 1959.

Les différents tomes du Nouveau Traité de Chimie Minérale continuent de paraître régulièrement. Voici aujourd'hui celui consacré aux complexes de la triade fer, cobalt, nickel.

La partie consacrée aux sels et complexes du fer a été rédigée par Clément Duval (383 pages). A l'exception du chapitre sur les complexes carbonylés et nitrosylés qui l'a été par le Professeur Michel (26 pages). Une des équipes que ce dernier dirige étudie les propriétés de ces complexes et le Professeur Pascal en le choisissant comme rédacteur pour cette partie du Traité nous permet de profiter de l'expérience que le Professeur Michel a acquise dans ce domaine.

Le Professeur Job a rédigé la partie consacrée aux complexes du cobalt (324 pages), à l'exception des cobalt-carbonyles et de leurs dérivés (21 pages par le Professeur Amiel). Ici encore la réputation du Professeur Job dans la Chimie des complexes suffit à assurer le lecteur de la valeur du travail bibliographique dont il nous fait profiter.

R. Duval a rédigé les 151 pages consacrées aux complexes du nickel ; le nickel carbonyle et ses dérivés sont traités à part par le Professeur Pascal (10 pages).

Marc LAFFITTE.

P. PASCAL. — Nouveau traité de Chimie Minérale. — Tome VII. Scandium, Yttrium, Eléments des terres rares, Actinium. — 2 vol. 18 × 26, 1 474 pages, brochés 180 N.F., cartonnés toile 200 N.F. Masson et Cie, édit., Paris, 1960.

Ces deux volumes sont presque uniquement consacrés aux terres rares, dont ils constituent une sorte d'encyclopédie. Exceptionnellement les alliages fournis par ceux-ci sont décrits en détail dans le second volume.

Les rédacteurs sont Trombe et Loriers, Mme Gaume-Mahn et Mlle Henry La Blanchetais. Seul le chapitre sur l'actinium n'a pas été traité par eux, mais par M. Bouissières.

Le lecteur connaît trop bien cet ouvrage dont les précédents volumes ont déjà été analysés par la R.G.S., pour qu'il soit nécessaire de signaler la façon dont il est conçu et d'en redire toutes les qualités. Disons simplement que ce nouveau tome a été conçu et réalisé avec autant de soins que les précédents et qu'il rendra de grands services à tous les chimistes.

Signalons que les prochains tomes à paraître sont les tomes XII et XV, de 2 volumes chacun, le premier relatif à l'oxygène, le soufre le sélénium, le tellium et le polonium, le second à l'uranium et aux transuraniens.

Marc LAFFITTE.

SCIENCES NATURELLES

BRONSTED (H.V.). — L'âge atomique et notre avenir biologique. Traduit de l'anglais par Mme Goutier-Bacq. (Collection « Evolution des Sciences », n° 15). 1 vol., 90 p. Masson édit., Paris 1959. Prix : 8,50 N.F.

On a bien des fois présenté au grand public l'accession de l'humanité à l'âge atomique comme le début d'une période de prospérité extraordinaire ; il nous deviendra possible, en effet, d'asservir à notre profit des forces insoupçonnées jusqu'ici, grâce auxquelles la civilisation pourra continuer sa marche ascendante. On ne lui a certes pas caché non plus le terrible pouvoir destructeur des bombes atomiques, sur lequel les images d'Hiroshima et de Nagasaki ont fourni des documents irréfutables mais ce qui est moins connu, c'est le risque que fait courir à l'humanité l'augmentation progressive du taux de « radiations de fond ».

En rédigeant ce livre, l'auteur, professeur de Zoologie à l'Université de Copenhague, a voulu expliquer aussi clairement que possible, et avec un minimum de termes techniques, l'action du rayonnement atomique et les menaces que son utilisation font peser, particulièrement sur l'avenir génétique de la race humaine. « Il me paraît nécessaire, dit-il, que de larges sections de la population soient informées du risque auquel nous exposons l'humanité en faisant appel au pouvoir de l'atome dans notre combat pour l'existence. Chaque être humain, mieux informé, pourra contribuer plus efficacement à amoindrir ce risque et à prendre position vis-à-vis des nombreux problèmes sociaux qui, inévitablement, vont surgir. » Il ne s'agit de rien de moins, en effet, que du risque de détérioration des générations futures par suite de l'augmentation de la fréquence des mutations et, pour éveiller dans les nations du monde le sens de la responsabilité à propos de ces problèmes, il est nécessaire de les instruire.

On doit savoir gré à l'auteur d'avoir exposé en un langage très clair et directement accessible ces notions fondamentales ; il faut toutefois regretter l'absence de données numériques qui laisse supposer que le danger dénoncé demeure encore théorique alors qu'il est malheureusement déjà du domaine des faits.

G. DEYSSON.

L. DELAPCHIER. — Les Oiseaux du Monde. Atlas des Oiseaux. — Préface de J. BERLIOZ. 2 vol. in-16 de 420 et 436 pages, avec 183 et 103 figures, 30 et 24 planches en couleurs. Paris 1960, Editions N. Boubée et Cie. Prix : 36 N.F. le volume.

La célèbre collection des Atlas d'Histoire Naturelle publiée par les Editions Boubée s'enrichit d'une nouvelle édition de deux magnifiques volumes bien connus et préfacés par M. J. Berlioz, le savant professeur du Muséum. Ces livres sont naturellement bien plus que des Atlas. Il y a tout d'abord une introduction paléontologique, puis des chapitres sur la morphologie, l'anatomie, la biologie et les nids des Oiseaux.

Ensuite, l'auteur expose la classification toujours difficile des 20 000 espèces d'oiseaux actuellement décrites, puis aborde l'étude de tous les groupes, indigènes et exotiques. On y trouve non seulement la description morphologique d'environ 2 000 espèces, mais des renseignements sur les mœurs et la répartition géographique.

L'auteur et l'éditeur ont assuré une iconographie étonnante par sa qualité et son étendue. On se doit de souligner que la figuration représente 300 espèces (en noir, dans le texte ou hors-texte) s'ajoutant aux 400 espèces des 54 planches en couleurs, dont 2 sont réservées aux œufs de 57 espèces de nos régions. Une liste de 30 pages recense les espèces de l'Europe occidentale, décrites précédemment parmi les autres. Des tables et un Index,

comportant les noms « vulgaires » si précieux, permettent de consulter très facilement ce bel « Atlas » dont la réimpression va réjouir non seulement les Ornithologistes, mais l'ensemble des Naturalistes, y compris les Biogéographes.

R. FURON.

J. GAUZIT. — Images du Ciel. — Un vol. in-4, 72 pages et 89 planches. Paris, 1960, Editions Dunod. Prix : 18,50 N.F.

Ce second volume de la Collection « Science et Progrès » présente cette particularité de contenir plus d'illustration que de texte. C'est peut-être un signe des temps. Toujours est-il que les 89 planches sont fort belles, parfois étranges, qu'on en lit les légendes avec beaucoup d'intérêt. A part « l'autre face » de la Lune, rien ne nous manque et les Nébuleuses saisiront d'étonnement tous ceux qui ne sont pas des Astronomes professionnels. Ensuite, on lit le texte, qui est naturellement excellent, nous exposant les récentes conquêtes de l'Astronomie, puis ce qu'il faut savoir du Soleil et des Etoiles, de la Galaxie et des Nébuleuses extra-galactiques. Et comme notre Univers, sans doute limité, est probablement en expansion, ces nébuleuses s'éloignent rapidement ; certaines s'éloignent à raison de 60 000 km par seconde et sont déjà à plus d'un milliard d'années-lumière...

R. FURON.

COLLOQUE SUR LE CRÉTACÉ SUPÉRIEUR FRANÇAIS. — Publication du **Congrès des Sociétés Savantes (section des Sciences). Congrès de Dijon 1959.** Paris, 1960. Un vol. in-8 illustré, 913 pages. Gauthier-Villars, éditeur.

Ce second Colloque de Stratigraphie consacré à un Système de France montre que la formule recueille l'approbation des milieux géologiques. Cette formule est la propriété de M. Jean Roger à qui l'on doit en plus tout le côté pratique et le bilan positif de ces réunions.

Ces colloques de spécialistes présentent beaucoup d'avantages sur les « Congrès géants » et grâce au pré-tirage des communications, le temps n'est plus « perdu » à communiquer, mais utilisé à discuter des points précis. C'est alors qu'on peut mettre en lumière les lacunes et les études propres à les combler.

Le Colloque de Dijon a réuni 65 participants. 39 communications ont été discutées et même complétées par des voyages d'étude. De nombreux sujets ont été traités avec beaucoup de compétence par des spécialistes, qui apportent beaucoup à la paléontologie, à la statigraphie et la paléogéographie.

Il en résulte le très important Mémoire que nous présentons ici, puis des travaux supplémentaires en cours sur la révision des localités-types ou des coupes-types lorsqu'il y en a. Cet ouvrage devient lui-même un instrument de travail indispensable à tous les géologues.

R. FURON.

SCIENCES HUMAINES

E. O. JAMES. — La Religion préhistorique. — Préface de R. LANTIER. Un vol. in-8 (Bibliothèque historique), 316 pages, 14 figures, 3 cartes, 5 tableaux. Paris, 1959, Editions Payot. Prix : 18 N.F.

S'il existe de nombreuses études consacrées aux sentiments religieux des populations pré- et protohistoriques, aucun ouvrage d'ensemble n'avait interprêté l'ensemble de ces documents pour en faire un tout, exposant l'ensemble des croyances de nos lointains ancêtres sur les problèmes essentiels de la Vie et de la Mort. Faute de textes, il faut se contenter des témoignages archéologiques, qui apportent d'ailleurs beaucoup. Le Professeur E. O. James présente ici une très vaste enquête, débutant au Paléolithique et se terminant au cours du 2[e] millénaire avant notre ère.

Le culte des morts a débuté incontestablement au Paléolithique, puisque l'on connaît des inhumations dans des tombes, avec adjonction d'outils en silex et des quartiers de viande. Après un excellent chapitre sur les sépultures néolithiques de l'Ancien Orient, nous en trouvons un autre sur les sépultures mégalithiques de l'Europe (de Chypre en Scandinavie, en passant par l'Espagne et la Bretagne). Il est évident que la Mort est apparue comme un phénomène troublant, dont l'amour et la crainte ont tiré l'idée d'Immortalité.

Le mystère de la Naissance a également inquiété l'homme préhistorique. Dès le Paléolithique, on connaît des « Vénus » sculptées qui sont des « Déesses-Mères ». La dévotion à la Déesse-Mère se retrouve jusqu'à l'Age du Bronze. Il s'y mêle tout un rituel de la Chasse, puis de l'Eau, de la Fertilité, de la Fécondité des troupeaux, etc., qui existe encore de nos jours, sous des formes modifiées.

Le dernier chapitre envisage le développement de la conception de Divinité, conduisant du Polythéisme au Monothéisme qui ne date que de l'Antiquité classique.

L'ensemble du livre constitue une excellente enquête qui intéressera un grand nombre de lecteurs en dehors des archéologues professionnels.

R. FURON.

F. C. HIBBEN. — L'Homme préhistorique en Europe. — Un vol. in-8. (Bibliothèque historique), 350 pages, 6 cartes et tableaux. Paris, 1960, Editions Payot. Prix 22 N.F.

Après nous avoir donné un livre sur « L'homme primitif américain », l'auteur aborde l'étude de l'homme préhistorique en Europe. C'est un sujet d'autant plus difficile à traiter qu'il n'est pas nouveau.

Le chapitre d'introduction géologique comporte des erreurs regrettables et celui sur l'origine de l'Homme n'est pas satisfaisant. Ensuite, l'anthropologiste rentre dans son domaine et nous dresse d'abord un tableau des outillages lithiques au cours des âges, témoignant de perfectionnements continuels. Après la transition du Mésolithique, on arrive à l'ère nouvelle, au Néolithique, et l'ouvrage prend son aspect intéressant avec la mise en place de populations tout à fait mal connues, mais dont on suit les céramiques de l'Ukraine à l'Europe centrale, puis de la Crète à l'Espagne. Les terriens deviennent navigateurs au 3e millénaire avant notre ère et circulent dans toute la Méditerranée, au moins. Les relations s'organisent avec l'Afrique et on découvre les Iles britanniques. Les monuments mégalithiques se retrouvent partout à la fin du Néolithique et à l'aube des Métaux. On comprend beaucoup mieux les circuits commerciaux et les routes d'invasion. Et petit à petit, à travers l'Age du Bronze et celui du Fer, on arrive aux civilisations de l'Antiquité classique et à la mise en place des populations européennes.

R. FURON.

André VARAGNAC, C. ARAMBOURG, P. BOSCH-GIMPERA, H. BREUIL, V. ELISSEEFF, P. MONTET, J. NAUDOU, A. PARROT. — L'Homme avant l'Ecriture. — Un vol. gr. in-8, 504 pages, 113 figures, 32 planches en noir, 8 planches en couleurs. Collection « Destins du monde ». Paris, 1959, A. Colin, éditeurs. Prix :

Cette collection « historique » se devait de commencer par une introduction préhistorique. Elle le fait brillamment, avant toute lecture, au seul vu des noms des auteurs. Puis après lecture, on remercie ces auteurs d'avoir consacré sept ans de travail à brosser cette magnifique synthèse des « civilisations sans écriture ».

Commençant par le commencement, M. C. Arambourg écrit le premier chapitre, lequel est consacré à la paléontologie humaine, aussitôt suivi par M. André Varagnac décrivant les techniques préhistoriques de l'Europe

et de l'Afrique, par l'abbé H. Breuil avec l'Art paléolithique et plus récent. M. Vadime Elisseeff montre l'unité des cultures de l'Asie nord-orientale et la rencontre de l'Europe et de l'Asie, tandis que M. Jean Naudou insiste sur l'originalité de l'Asie méridionale. Etudiant le peuplement de l'Amérique, M. P. Bosch-Gimpera admet une première migration paléolithique, ayant précédé la migration classique du Mésolithique ancien. Les analyses du radiocarbone 14 vieillissent incontestablement certaines découvertes difficiles à interpréter.

Le Livre II est consacré à la naissance de la Civilisation, à la Protohistoire du Moyen-Orient (la Mésopotamie, par André Parrot, l'Iran, par M. Jean Naudou et l'Egypte par M. Pierre Montet), tandis que le livre III traite de l'Asie centrale et nord-orientale (M. V. Elisseeff), de l'Asie méridionale (M. J. Naudou), de l'Amérique néolithique et pré-colombienne (M.P. Bosch-Gimpera).

Le Quart Livre, dû à M. André Varagnac, nous exprime nos progrès depuis le Mésolithique, la mise en place du peuplement européen, l'ascension spirituelle néolithique, l'importance des Mégalithes, l'organisation d'une nouvelle Europe dominée par l'arrivée des Indo-Européens.

Une magnifique illustration enrichit ce très beau livre, qui constitue une leçon d'Histoire et de Philosophie. On y saisit la diversité du genre humain dans le temps et dans l'espace, ses stades culturels, ses aptitudes variables selon les stocks, le passif du progrès et notre responsabilité lorsque nous invitons les hommes primitifs (au niveau d'Avant l'écriture) à « entrer de plain-pied dans la civilisation d'au-delà de l'écriture ».

R. FURON.

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. - N° 640.
Dépôt légal 1er trimestre 1961 : N° 6556. - Le Gérant : R. CONSTANS.